

ANÁLISIS Y BALANCEO DE LAS LÍNEAS DE TRANSPORTE DE MATERIALES DE
LA PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS FINCA S.A.S EN BUGA

ANDRES ESTEBAN ARCOS GORDILLO

CC. 1088291264

ANDRES MAURICIO GORDILLO RUIZ

CC. 1113040225

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO MECÁNICO

DIRECTOR

ALEXANDER DIAZ ARIAS

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE PEREIRA

PEREIRA, RISARALDA

2020

Nota de aceptación:

Firma del Jurado:

Pereira, Enero 2020

AGRADECIMIENTOS.

A Dios por permitirme terminar esta etapa de la vida,

A mis padres quienes fueron los gestores de este proyecto y que día a día lucharon para poder cumplir mi sueño de ser Ingeniero Mecánico,

A mi familia y amigos por todo su apoyo incondicional que demostraron en el transcurso de esta etapa

Al Ingeniero Alexander Díaz, por guiar este proceso de investigación formativa por su entrega y dedicación.

Andrés Esteban Arcos G.

A Dios por permitirme terminar de la mejor manera esta etapa de la vida,

A mis padres que Dieron todo su esfuerzo y dedicación para lograr este título importante en mi vida,

A mi familia y amigos por el apoyo en cada momento de este proceso,

A la universidad Tecnológica de Pereira por brindarme los espacios y conocimientos para formar un profesional integro.

A los maestros por el empeño y dedicación para compartir sus conocimientos,

Al ingeniero Alexander Díaz, por guiar este trabajo de investigación formativa.

Andrés Mauricio Gordillo R.

A la compañía Alimentos Finca S.A.S por permitirnos desarrollar este proyecto de investigación y darnos la oportunidad de adquirir experiencia y poder aplicar los conocimientos aprendidos en esta etapa académica.

Tabla de Contenido

INTRODUCCION.....	1
DESCRIPCION GENERAL DE LA EMPRESA FINSA S.A.S	2
VISION	2.1
MISION	2.2
Ante los clientes	2.2.1
Ante los empleados	2.2.2
Ante los proveedores de bienes y servicios	2.2.3
Ante los accionistas	2.2.4
Ante la comunidad	2.2.5
Ante el gobierno	2.2.6
PRINCIPIOS Y VALORES	2.3
Compromiso permanente con el cliente	2.3.1
Mejoramiento continuo	2.3.2
Desarrollo integral	2.3.3
Gestión con propósito común	2.3.4
Creación de valor	2.3.5
PROCESOS DE PRODUCCIÓN	3
RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	3.1
ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS	3.2
DOSIFICACIÓN	3.3
MOLIENDA, MEZCLADO Y PELETIZADO	3.4
ENSAQUE, BODEGA DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHOS	3.5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	4
ELEVADOR DE CANGILONES	4.1
Calculo de la capacidad teórica	4.1.1
TRANSPORTADORES DE CADENA O REDLER	4.2
Calculo de la capacidad teórica	4.2.1
METODOLOGIA Y EXPERIMENTOS	5
ELEVADORES DE CANGILONES	5.1
TRANSPORTADORES DE CADENA O REDLER	5.2
EMPADRONAMIENTO	5.3

Codificación de los equipos	5.3.1
Codificación por nombre de equipo	5.3.1.1
Codificación por etapa en el proceso de producción	5.3.1.2
Codificación por línea de transporte	5.3.1.3
IDENTIFICACION DE MAQUINAS DE TRANSPORTE	5.4
TOMA DE MEDIDAS FISICAS	5.5
ANALISIS DE RESULTADOS	6
CAPACIDAD TEORICA DE LAS MAQUINAS DE TRANSPORTE	6.1
Línea de transporte N°1	6.1.1
Línea de transporte N°2.....	6.1.2
Línea de transporte N°3.....	6.1.3
Línea de transporte N°4.....	6.1.4
Línea de transporte N°5.....	6.1.5
Línea de transporte N°6.....	6.1.6
Línea de transporte N°7.....	6.1.7
Línea de transporte N°8.....	6.1.8
Línea de transporte N°9.....	6.1.9
Línea de transporte N°10.....	6.1.10
CONCLUSIONES	7
RECOMENDACIONES	8
BIBLIOGRAFIA	9
ANEXOS	10

1. INTRODUCCION

El grupo empresarial FINCA S.A.S cuenta con 9 plantas de producción de alimentos concentrados para animales, que se dividen en 4 plantas de producción con razón social CONTEGRAL S.A, y los 5 restantes con razón social FINCA S.A.S. Las cuales se encuentran distribuidas estratégicamente, Envigado, Itagüí, Bucaramanga, Cerete, Bogotá, Mosquera, Neiva, Cartago y Buga.

La planta de Buga la cual fue modernizada en el año 2015 cuenta con un amplio portafolio de productos para ganadería, porcicultura, avicultura, piscicultura, equinos, mascotas, entre otros. Y tiene una capacidad de producción de 22000 toneladas al mes, distribuidas en 850 toneladas por día, produciendo las 24 horas del día divididas en 3 turnos. El diseño de la planta está calculado para una producción diaria de 1000 toneladas, pero debido a los trabajos de adecuación, labores de mantenimiento, mejoras y ajuste, no se llega a esta capacidad. Para labores de mantenimiento y mejoras se cuenta con un tiempo de 16 horas que generalmente se hacen los domingos a partir de las 6 am.

Los procesos productivos están compuestos por una serie de actividades logísticas donde las materias primas deben ser transportadas y fluir eficientemente por toda la cadena de valor para convertirse en producto terminado. Hacer efectiva esta gestión es un reto muy arduo para las empresas, ya que entre más eficiente sea la cadena de suministros, más competitivas son.

La planta cuenta con 26 líneas de transporte las cuales están distribuidas en recibo de materias primas, dosificación, molienda, peletizado, extruido y harinas enmelazadas. Una causa por la que no se ha llegado a la producción diaria diseñada es que en las vías de transporte de materias primas se presentan atascamientos debido a que la capacidad de elevadores de cangilones como de transportadores de cadenas o redler no está debidamente ajustada.

Este estudio se basa en hacer un análisis y un balanceo de las capacidades de estos equipos si tener que modificar la estructura de las máquinas de transporte, siendo la velocidad lineal la principal variable a modificar.

El trabajo se inició identificando cada una de las líneas en el panel de control que cuenta con 8 pantallas para visualizar todas y cada una de las máquinas instaladas en toda la torre de producción, una vez identificadas las vías de transporte se procedió a tomar las medidas necesarias para el posterior cálculo de la capacidad de cada uno de los equipos de transporte,

recolectada toda la información y medidas necesarias se llevó a hojas de cálculo en la que mediante ecuaciones matemáticas se calculó la cantidad de material a transportar en un tiempo determinado.

Se realizó un análisis de capacidad teórica de transporte de estos equipos encontrando que en la mayoría de las líneas se presentan un desbalanceo, el cual tiene como consecuencia el atascamiento de estos equipos, los cuales a su vez generan sobrecostos en mantenimiento debido a los gastos en consumibles como paletas, cangilones, piñones, transmisión, moto reductores, entre otros.

Se realizó un análisis de tiempos perdidos durante el proceso de producción encontrando que los atascamientos en las líneas de transporte de dosificación y molienda eran una de las principales causas por las que el proceso de producción se veía afectado.

Con el estudio se ha mejorado todo el sistema de transporte de la planta de producción, adicional a esto los gastos de consumibles se ha visto disminuido, la vida útil de los motores ha incrementado debido a que trabajan si hacer un esfuerzo adicional el cual lo hacían cuando las máquinas de transporte presentan un atascamiento.

2. DESCRIPCION GENERAL DE LA EMPRESA FINSA S.A.S

En marzo de 1953 un grupo de personas vinculadas a diferentes esferas de la economía nacional, fundaron una sociedad anónima bajo la razón social de FALCON S.A. (Fábrica de Alimentos Concentrados S.A.), cuyo principal objetivo era aprovechar los subproductos del proceso de elaboración de cerveza, específicamente el afrecho, capa de cebada que posee un alto valor nutritivo y vitamínico.

En octubre de este mismo año FALCON S.A. cambia su razón social por FINCA S.A. con el fin de responder a la necesidad de aplicar el objeto social a la compañía. Este proyecto industrial de fabricación de alimentos concentrados para animales, hizo posible suplir los requerimientos nutricionales de un gran sector pecuario del país. Su primera planta de producción se establece inicialmente en Bogotá, con la idea de producir alimento para la ganadería.

En 1956 se pone en funcionamiento en la ciudad de Buga (Valle), una nueva fábrica para abastecer la región sur occidental del país.

En 1981 se adquiere una nueva planta en el municipio de Mosquera (Cundinamarca). A finales de 1987 la Empresa adquiere otra fábrica en el municipio de Bello (Antioquia) incorporándose en forma directa al desarrollo de una de las zonas más pujantes del país. En 1992 la planta de Bogotá se fusiona con la de Mosquera, y en 1995 se construye una nueva fábrica en el municipio de Itagüí.

En el año 2004 la razón social de finca y sus plantas de producción fueron vendidas al grupo empresarial CONTEGRAL S.A. Actualmente compañía de alimentos cambio de razón social a FINCA S.A.S y la planta de Buga ha sido ampliada reestructurada y cuenta con tecnología de punta en peletizado, mezclado y dosificación

2.1. VISIÓN

Hacer mejor el campo colombiano

2.2. MISIÓN

2.2.1. Ante los clientes

Proveer alimentos concentrados de alta productividad y asistencia técnica idónea y especializada para el sector pecuario colombiano.

2.2.2. Ante los empleados

Proveer a los empleados la adecuada orientación y compensación, dentro de un marco de justicia y equidad, tendiente a lograr un creciente desarrollo humano.

2.2.3. Ante los proveedores de bienes y servicios

Establecer con nuestros proveedores de bienes y servicios una relación comercial estable, permanente y justa, basada en la mutua confianza y respeto.

2.2.4. Ante los accionistas

Garantizar a nuestros accionistas la supervivencia y crecimiento del negocio, generando un responsable retorno a su inversión y excelente imagen institucional.

2.2.5. Ante la comunidad

Proponer por el desarrollo sostenible de nuestra actividad con responsabilidad social

2.2.6. Ante el gobierno

Enmarcar nuestra actividad dentro de los planes de desarrollo, dar cumplimiento a la normatividad legal y atender la carga impositiva, utilizando los mecanismos de participación democrática.

2.3. PRINCIPIOS Y VALORES

2.3.1. Compromiso permanente con el cliente

Deber organizacional de satisfacer rentablemente las necesidades y expectativas de nuestros clientes de una manera plena, oportuna y permanente.

2.3.2. Mejoramiento continuo

La búsqueda permanente de la excelencia mediante la optimización de nuestros procesos para obtener la mayor efectividad organizacional y agregar valor a nuestros productos y servicios.

2.3.3. Desarrollo integral

El compromiso organizacional por el desarrollo personal y profesional de su gente, valorando y desarrollando sus competencias, valores y virtudes y reconociendo sus méritos y aportes que contribuyen a alcanzar los objetivos individuales y colectivos.

2.3.4. Gestión con propósito común

Entendemos este principio como la afirmación de que conocemos y compartimos la misión y la visión corporativas y que orientamos nuestra gestión en pos de su consecución

2.3.5. Creación de valor

La obligación de crear riqueza para todas las partes relacionadas con el ejercicio de nuestra actividad empresarial.

3. PROCESOS DE PRODUCCIÓN

3.1. RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMAS

En esta área primero se lleva a cabo el pesaje de los vehículos de transporte mediante una báscula camionera para capacidad de 80 toneladas, posteriormente un inspector del departamento de calidad hace una inspección visual del producto, para verificar que las materias primas no contengan algún material contaminante ni hayan sido adulteradas y se incluye la revisión de las características físicas del ingrediente, posteriormente se toman las muestras respectivas para analizar la calidad de los ingredientes mediante pruebas de laboratorio antes de aceptar el lote, las cuales incluyen la determinación de la composición química. Finalmente, si el producto cumple con los requisitos específicos y es aceptado, este se descarga.



Figura (1)

3.2. ALMACENAMIENTO DE MATERIAS PRIMAS

Para el almacenamiento de las materias primas se encuentran tanques, silos y piscinas.

- 14 tanques para líquidos para almacenamiento de cebo, aceite de palma, aceite de soya, aceite de pescado y melaza.
- 11 piscinas para almacenamiento de: forrajes, torta de soya, trigo salvado, afrecho, palmiste, entre otros.

- 37 silos con capacidad de almacenamiento de 150 toneladas aproximadamente, la cual varía de acuerdo a la densidad de la materia prima
- Otra forma que se almacenan los ingredientes es en bodegas cuando éstos se encuentran en sacos o costales.

Las condiciones de temperatura, humedad y ventilación son muy importantes para conservar en buen estado los ingredientes, sin embargo, estas pueden variar de acuerdo al tipo de materia prima que se trate (granos, harinas, ingredientes líquidos o con alto contenido de humedad como forrajes y otros productos), a la presentación (en sacos, pacas o a granel), y el tiempo durante el cual van a estar almacenados.

Para trasladar las materias primas desde el recibo hasta los silos y desde estos hacia las básculas, los molinos, mezcladora, peletizadoras, extruder, enmelazadora y ensacadora, se utilizan transportadores sin fin, transportadores de cadena, transportadores de banda y elevadores de cangilones.

3.3. DOSIFICACIÓN

Es el proceso mediante el cual el dosificador, que es el encargado de determinar las proporciones en que se deben combinar las materias primas con base en una formulación que previamente el nutricionista formula, la ración de los requerimientos nutricionales del animal; luego el área de producción genera una orden, según una programación establecida con anterioridad realizada por el jefe de producción o programador. El proceso productivo comienza con la incorporación de la fórmula del nutricionista previamente autorizado por el departamento de calidad, en un programa automatizado, llamado chronosoft, que alimenta la fórmula y pide los requerimientos al sistema de dosificación CAP. Los micro ingredientes son adicionados por un operario de la planta manualmente después de pasar por el molino, ya que las cantidades son pequeñas en comparación a los macro ingredientes que son materias primas dosificadas a través de los transportadores al molino.

3.4. MOLIENDA, MEZCLADO Y PELETIZADO.

Es la sección del proceso encargada de reducir el tamaño de los granos. Esta etapa recibe el material directamente de las básculas (materias primas) a través de los diferentes transportadores para la respectiva disminución del material sólido al tamaño adecuado (granulometría), dependiendo del tipo de alimento que se desee hacer.

Para este proceso se utilizan molinos de martillos, cuya función específica es fraccionar los ingredientes. Estos equipos trabajan a altas velocidades, las cuales provocan que, con la fuerza centrífuga, los martillos metálicos sean dirigidos hacia fuera del mismo efectuando el trabajo. Los molinos de martillos poseen imanes a la alimentación y cribas que retienen las impurezas metálicas ferrosas y a su vez condicionan el tamaño de las partículas molidas.

El mezclado, es el proceso mediante el cual los ingredientes que han sido molidos, se combinan adecuadamente con los aminoácidos y líquidos que se le adicionan para que el alimento quede perfectamente homogéneo.

De allí el material pasa al proceso de peletizado, es una operación de moldeado en el que partículas finamente divididas de una ración se integran en un pelet compacto y de fácil manejo, el cual incluye condiciones específicas de humedad, temperatura y presión.

La acción de peletizar asegura que los ingredientes previamente mezclados se compacten para formar un comprimido con tamaño y dureza variable de acuerdo al animal que se desee alimentar (variedad de productos concentrados), facilitando así su manejo y mejorando la aceptación y aprovechamiento de este por parte del animal.



Figura (2)

3.5. ENSAQUE, BODEGA DE ALMACENAMIENTO Y DESPACHOS

Es el proceso, en el que una vez el alimento ha sido procesado y se obtiene el producto terminado en cualquier presentación, debe ser almacenado adecuadamente teniendo en cuenta el tiempo que va a permanecer en la planta antes de llegar a su destino, siendo lo más recomendable almacenarlo en costales o en tolvas de granel.

Existen ensacadoras, las cuales facilitan el llenado y sellado de los costales, estos equipos son muy útiles para cantidades de producto muy alta y si no se van a consumir inmediatamente.

Los productos empacados van inmediatamente a la bodega de productos terminados para su posterior despacho y distribución para su consumo.

4. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

4.1. ELEVADOR DE CANGILONES.

Se realiza una toma de datos en los equipos de transporte de la planta FINCA S.A.S los cuales se consignan en una tabla para realizar los cálculos pertinentes.

Con los datos obtenidos en la **Tabla [23]** de los anexos se realiza el cálculo de cada uno de los elevadores que están comprendidos en el estudio, obteniendo así las capacidades teóricas a las cuales operan los equipos, posteriormente con los datos obtenidos en la **Tabla [25]** de los anexos se realiza el cálculo de cada uno de los elevadores que están comprendidos en el estudio, obteniendo así las capacidades adecuadas para el balance de las líneas de producción

4.1.1. Calculo de la capacidad teórica

la capacidad teórica de un elevador de cangilones está dada por la siguiente formula (1).

$$Q = 3.6 * \frac{Pc.v}{t} \text{ [Ton/h]} \quad (1)$$

- Pc : Peso del material transportado [Kg].
- v : Velocidad lineal [m/s].
- t : Paso o separación entre cangilones [m].

El peso del material está dado por la siguiente formula (2).

$$Pc = i * \rho * j \text{ [Kg]} \quad (2)$$

- i : Volumen del cangilón [L].
- ρ : Densidad de la carga a granel [Kg/L].
- j : Coeficiente de llenado del cangilón (0.6 – 0.9).

La velocidad lineal está dada por la siguiente formula (3).

$$v = \frac{2*\pi*RPM}{60} * r \text{ [m/s]} \quad (3)$$

- RPM: [Revoluciones / minuto].
- r : Radio de las volantes [m].

4.2. TRANSPORTADORES DE CADENA O REDLER

Se realiza una toma de datos en los equipos de transporte de la planta FINCA S.A.S los cuales se consignan en una tabla para realizar los cálculos pertinentes.

Con los datos obtenidos en la **Tabla 24** de los anexos se realiza el cálculo de cada uno de los transportadores de cadena que están comprendidos en el estudio, obteniendo así las capacidades teóricas a las cuales operan los equipos, posteriormente con los datos obtenidos en la **Tabla [26]** se realiza el cálculo de cada uno de los transportadores que están comprendidos en el estudio, obteniendo así las capacidades adecuadas para el balance de las líneas de producción

4.2.1 Calculo de la capacidad teórica.

La capacidad teórica de un transportador de cadena o tipo redler se calcula con la siguiente formula (4).

$$Q = 3600 * B * h * v * \rho * k \quad [Ton/h] \quad (4)$$

- B : Ancho de la paleta, en el caso de los transportadores de la planta de FINCA S.A.S se multiplica este valor por 2 debido a que tiene dos paletas [m].
- h : Altura del transportador [m].
- v : Velocidad lineal [m].
- ρ : Densidad de material a granel [Kg/m^3].
- k : Coeficiente de llenado (0.7 – 0.9) para transportadores horizontales y con una leve inclinación.

La velocidad línea está dada por la formula (5)

$$v = (2 * \pi * RPM) / 60 * r \quad [m/s] \quad (3)$$

- RPM: [Revoluciones / minuto].
- r : Radio del piñón de arrastre medido del centro a la cresta de este [m].

5. METODOLOGIA Y EXPERIMENTOS

El presente trabajo se realizó debido a la necesidad de hacer un análisis de las capacidades teóricas de las máquinas de transporte utilizadas para la elaboración de alimentos concentrados para animales en la planta FINCA S.A.S de Buga (Valle). Donde se observó que las velocidades lineales son inadecuadas lo cual causa un desbalanceo en la línea de producción, este cuello de botella disminuye la eficiencia de la producción y crea un desgaste en los equipos, aumentando el costo del mantenimiento predictivo en la planta.

5.1. ELEVADORES DE CANGILONES

Este transportador es el medio más eficiente para transportar material en forma vertical. Consta de una banda transportadora en la que se encuentran atornillados los cangilones, y esta se mueve por medio de dos volantes ubicados en los extremos del elevador.

Los ingredientes suben dentro de los cangilones y en la parte superior del elevador se descargan de manera gravitacional o centrífuga.

Se pueden transportar en ellos materias primas y productos terminados casi de cualquier tipo, excepto materiales pegajosos o de gran compactación que dificulten su vaciado.

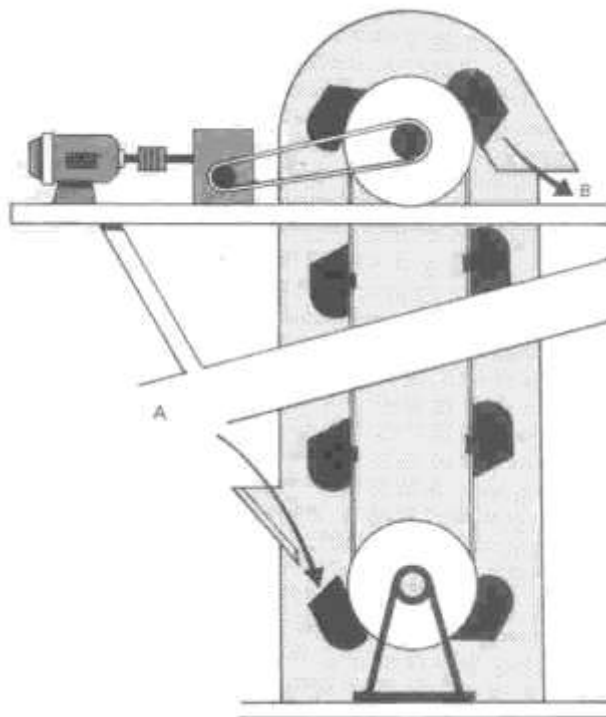


Figura (3)

5.2. TRANSPORTADORES DE CADENA O REDLER

Estos transportadores poseen una cadena de tracción que corre a lo largo del conducto, y en la cadena se encuentran las paletas que son las que mueven a los ingredientes.

La ventaja de este tipo de transportador con respecto al transportador sin fin o helicoidal, es que permite un vaciado completo y la agitación y segregación del alimento es mínima, por lo que se puede utilizar para transportar grandes cantidades de producto evitando el fraccionamiento de éste.

Sirven para transportar materiales en forma horizontal o ligeramente inclinado.

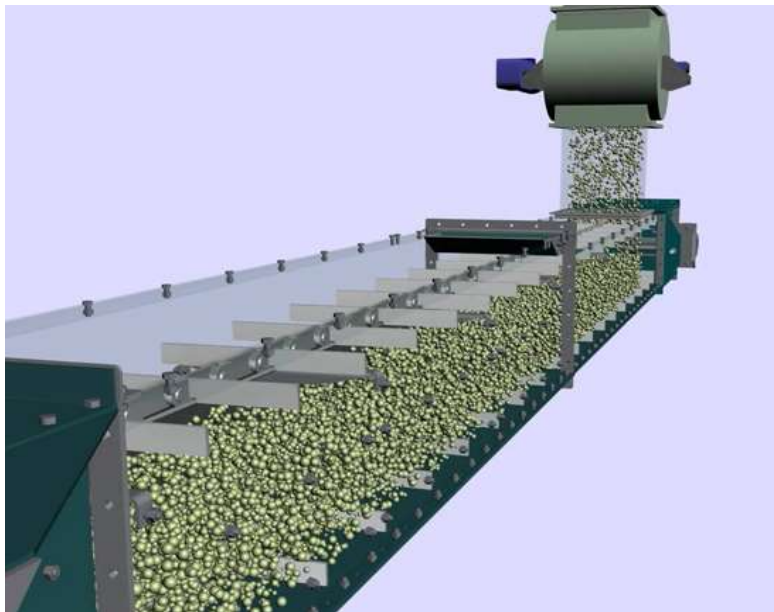


Figura (4)

5.3. EMPADRONAMIENTO

Para la elaboración del análisis a las máquinas de transporte fue necesario hacer un inventario de los equipos presentes en la planta de producción. Este se realiza para lograr una identificación completa de cada uno de los prototipos que se desarrollaron en este estudio. Durante la realización de este inventario se pudo observar que los equipos están codificados de acuerdo al proceso que estos cumplan.

5.3.1. Codificación de los equipos.

La codificación de los equipos en la planta Alimentos Finca S.A.S Buga está determinada por los siguientes 3 aspectos.

- Iniciales del nombre del equipo
- Etapa en el proceso de producción
- Numero de línea de peletizado

5.3.1.1. Codificación por nombre de equipo.

Para el estudio realizado en este trabajo se tienen los siguientes equipos. Las iniciales a usar en su codificación se pueden apreciar de forma ordenada en la próxima tabla.

Tabla 1. Codificación por nombre.

NOMBRE DEL EQUIPO	INICIALES DEL EQUIPO
Elevador de cangilones	ELE
Transportador	TRA

Tabla [1]

La siguiente parte de la codificación está determinada por la etapa en que se encuentra la materia prima en el proceso de producción.

Esta codificación es la que asigna el departamento de ingeniería del grupo empresarial CONTEGRAL S.A

5.3.1.2. Codificación por etapa en el proceso de producción.

En la planta de alimentos FINCA S.A.S, esta codificación está dada de acuerdo al proceso por el cual pasa la materia prima durante la elaboración de alimentos concentrados.

Tabla 2. Codificación por etapa en el proceso de producción.

ETAPA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN	CÓDIGO ASIGNADO
Almacenamiento de materia prima	0
Dosificación de la materia prima	1
Molienda	2
Peletizado	3
Producto terminado	4
Extruido	5

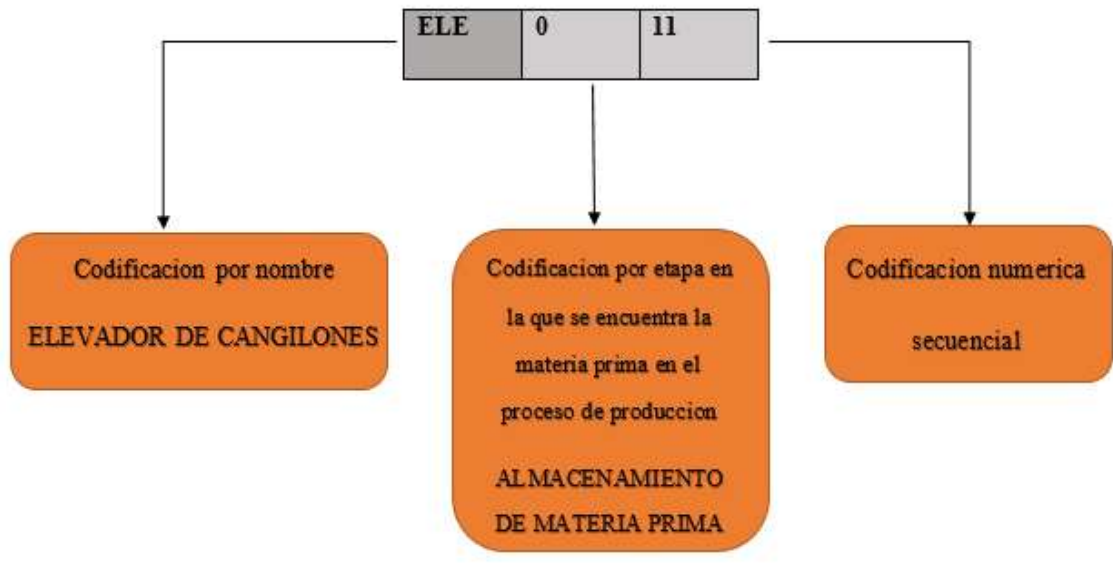
Tabla [2]

5.3.1.3. Codificación por línea de transporte.

En la planta de producción alimentos FINCA S.A.S Buga la codificación numérica está dada de acuerdo a un orden secuencial el cual arranca de 11 hasta 99

En el siguiente ejemplo se puede observar como es el código alfanumérico para cada una de los equipos presentes en la planta de producción Alimentos FINCA S.A.S. Buga. Para este caso el ELEVADOR DE CANGILONES 011.

Figura (5). Esquema de codificación.



5.4. IDENTIFICACION DE MAQUINAS DE TRANSPORTE

La siguiente parte del trabajo se trató de la recolección de la información de cada una de las máquinas transportadoras. Este documento se encarga de llevar la información importante de los equipos en el cual van plasmados dimensiones, velocidades y componentes de cada uno de estos.

La información recolectada en esta parte del trabajo fue documentada en compañía del personal del taller de mecánica el cual fue designado para esta labor por el jefe de mantenimiento de la planta. La información fue recopilada en libretas de apuntes para posteriormente ser utilizada en la creación de las hojas de cálculos.

Las personas designadas para la recolección de la información también fueron los encargados de ayudar con su conocimiento de las máquinas y la planta con el fin de tener un orden de acuerdo a las líneas de transporte que se presentan en el proceso de producción de alimentos balanceados para animales.

Para reunir la información de las máquinas también fue necesario recurrir a herramientas de metrología tales como cinta métrica, calibrador pie de rey, tacómetro, probetas graduadas para la medición de volumen de cada uno de los cangilones utilizados en los elevadores de este tipo.

La duración de esta etapa de recolección de información duro aproximadamente 4 meses. Esta labor se dificultó un poco, debido a que algunas de las medidas necesarias para obtener la

capacidad teórica de los equipos se debían tomar con los equipos apagados por lo cual estas variables fueron tomadas los días en que la planta de producción paraba para la realización de mantenimiento preventivo.

Después de tener la información se procedió a trabajar en las hojas de cálculo para facilitar un poco el análisis de cada una de las capacidades de los equipos y determinar si hay parámetros o medidas que se deben corregir para el buen funcionamiento de las líneas de transporte en la producción de alimentos concentrados.

5.5. TOMA DE MEDIDAS FISICAS

Para esta parte del trabajo se tuvo en cuenta cuales eran las variables necesarias para el cálculo de las capacidades teóricas de los equipos de transporte de la planta de Alimentos FINCA S.A.S.

Las medidas necesarias para dicho calculo fueron, revoluciones por minuto en el eje de las volantes de las patas de los elevadores debido a que en esta se obtiene una medida la cual ya ha tenido pérdidas, para el caso de los transportadores de cadena la medida fue tomada en el eje del piñón de arrastre de la cola por la misma razón por la cual se tomó la medida en la pata de los elevadores. Los diámetros de las volantes y los piñones, alturas de las paletas y cangilones, y capacidad volumétrica en los cangilones.

Posteriormente y con estos datos se recurrió a las ecuaciones matemáticas ya mencionadas para hacer una programación en un archivo de EXCEL y así tener el resultado de las capacidades de las máquinas de transporte, para facilidad de análisis se acudió a las herramientas de este programa y se graficaron la capacidad Vs el posicionamiento de los equipos.

6. ANALISIS DE RESULTADOS.

De acuerdo a la experimentación realizada, a continuación, se presenta de forma detallada cada uno de los análisis de los resultados obtenidos para el balanceo de las líneas de transporte de la planta de alimentos concentrados FINCA S.A.S estudiados en este proyecto.

6.1. CAPACIDAD TEORICA DE LAS MAQUINAS DE TRANSPORTE.

Para obtener los resultados de las capacidades teóricas de los equipos de transporte de la planta de alimentos balanceados para animales FINCA S.A.S se tomaron la medida necesaria con la ayuda de herramientas de medición, al hacer el recorrido por la planta de producción se encontró un total de 10 líneas de transporte a las cuales se les hizo el respectivo calculo y posterior análisis de la capacidad para finalmente hacer un balance de estas como también se consolido la capacidad experimental suministrada por los elementos de medición de los equipos instalados en la planta FINCA S.A.S.

6.1.1. Línea de transporte N°1.

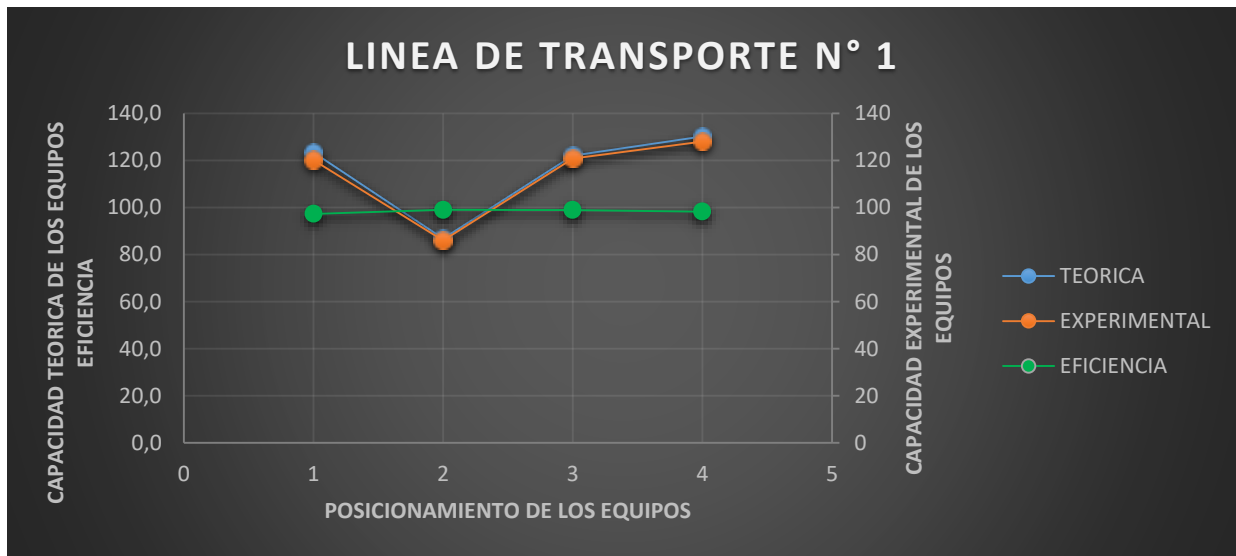
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 1 de transporte antes del balanceo.

Tabla 3. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de los equipos desbalanceados de la línea 1.

EQUIPO	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	123,4	120,1	97,3	1
ELE011	86,8	86	99,0	2
TRA012	122,1	120,8	99,0	3
TRA017	130,2	128	98,3	4

Tabla [3]

Gráfica 1. Capacidad Teórica, Experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la línea 1.



Grafica [1]

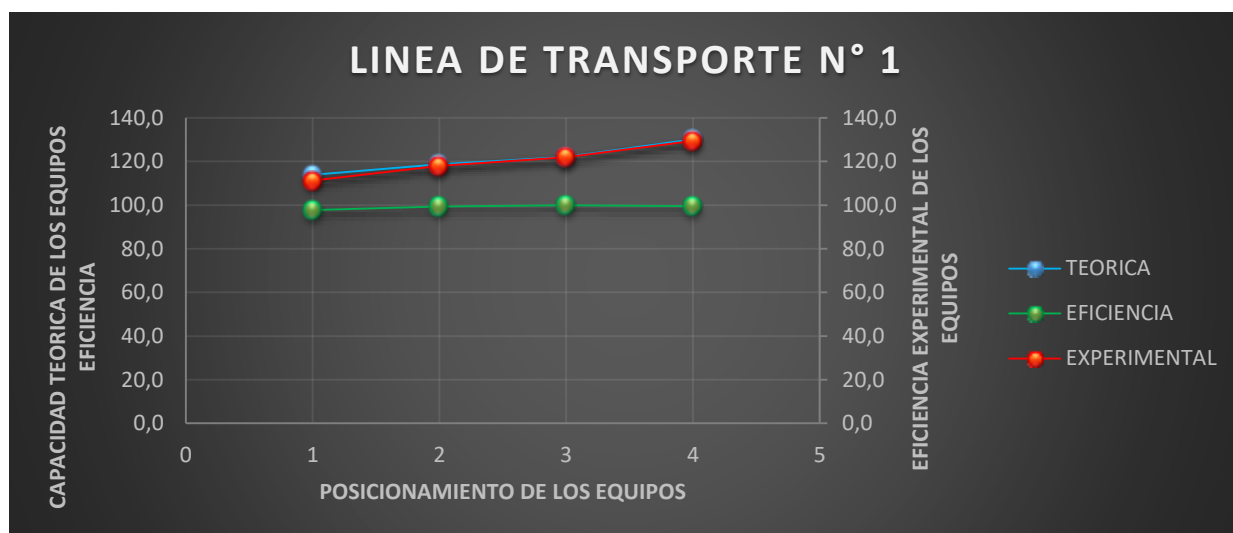
Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 es superior a la capacidad de los equipos 2 y 3. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 a 42 RPM en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda subir la velocidad a 82 RPM, con el fin de disminuir y aumentar en los equipos las capacidades, logrando un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar dimensiones de las volantes o piñones de arrastre como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad para la cual se puede hacer de dos formas, mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 4. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de los equipos balanceados de la línea 1.

EQUIPO	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	113,9	111,3	97,7	1
ELE011	118,7	118,0	99,4	2
TRA012	122,1	122,0	99,9	3
TRA017	130,2	129,5	99,4	4

Tabla [4]

Gráfica 2. Capacidad Teórica, Experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la línea 1.



Grafica [2]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.2. Línea de transporte N°2.

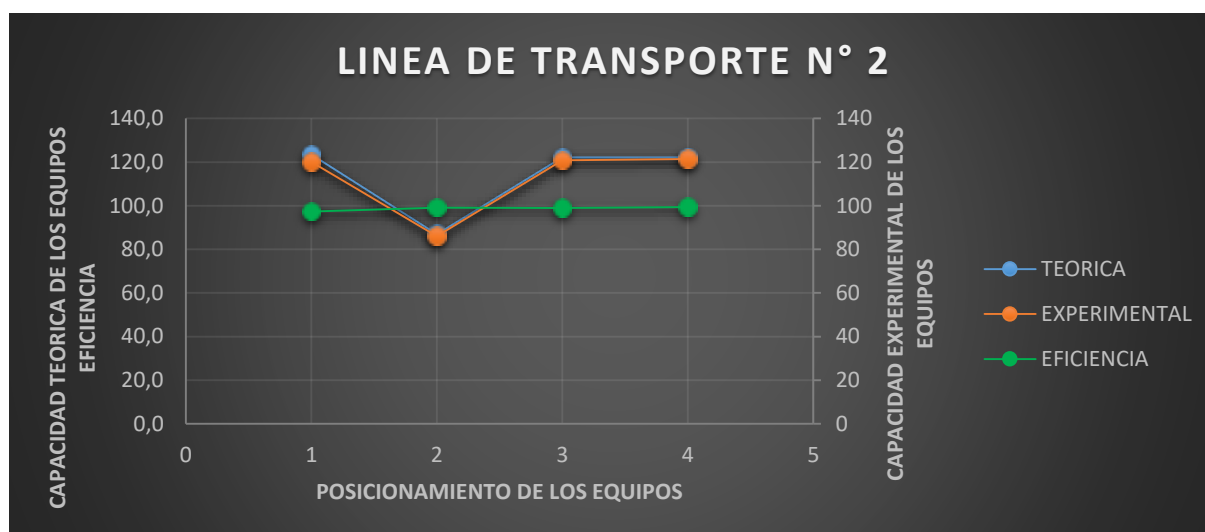
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea 2 de transporte antes del balanceo.

Tabla 5. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos desbalanceados de la línea 2.

EQUIPO	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	123,4	123	99,6	1
ELE011	86,8	80	92,1	2
TRA012	122,1	119,9	98,2	3
TRA016	122,1	121,4	99,4	4

Tabla [5]

Gráfica 3. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la Línea 2.



Grafica [3]

Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades, donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 es superior a la capacidad de los equipos 2, 3 y 4. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 a 42 RPM en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 82 RPM, y al equipo 4 se recomienda aumentar la velocidad a 48 RPM con el fin de aumentar o disminuir en los equipos las capacidades y logrando un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad

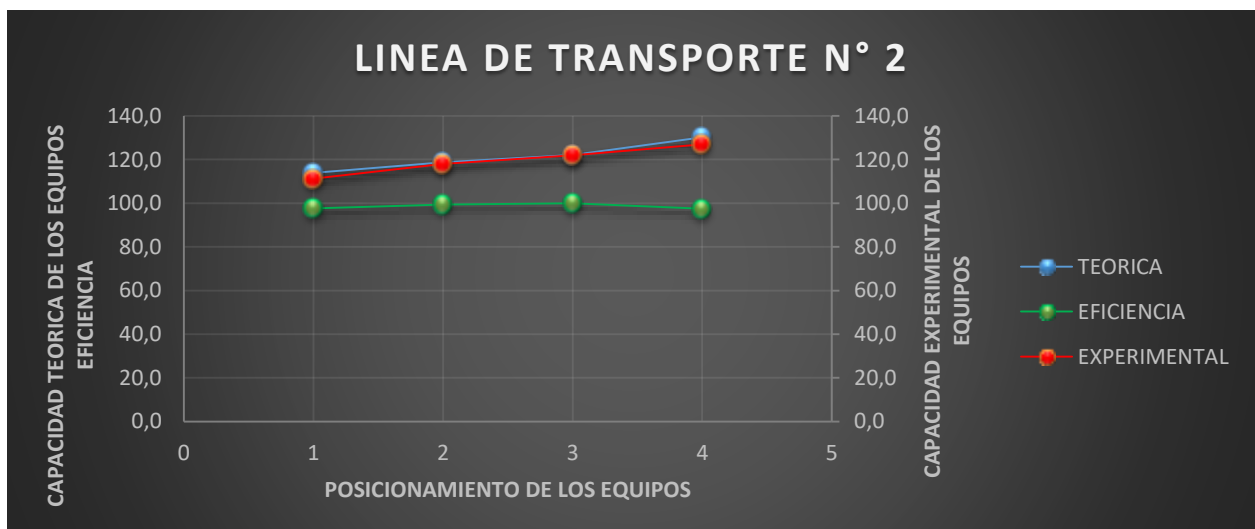
teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar dimensiones de las volantes o piñones de arrastre como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad para la cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 6. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 2.

EQUIPO	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	113,9	111,3	97,7	1
ELE011	118,7	118,0	99,4	2
TRA012	122,1	122,0	99,9	3
TRA016	130,2	127	97,5	4

Tabla [6]

Gráfica 4. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 2.



Grafica [4]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.3. Línea de transporte N°3.

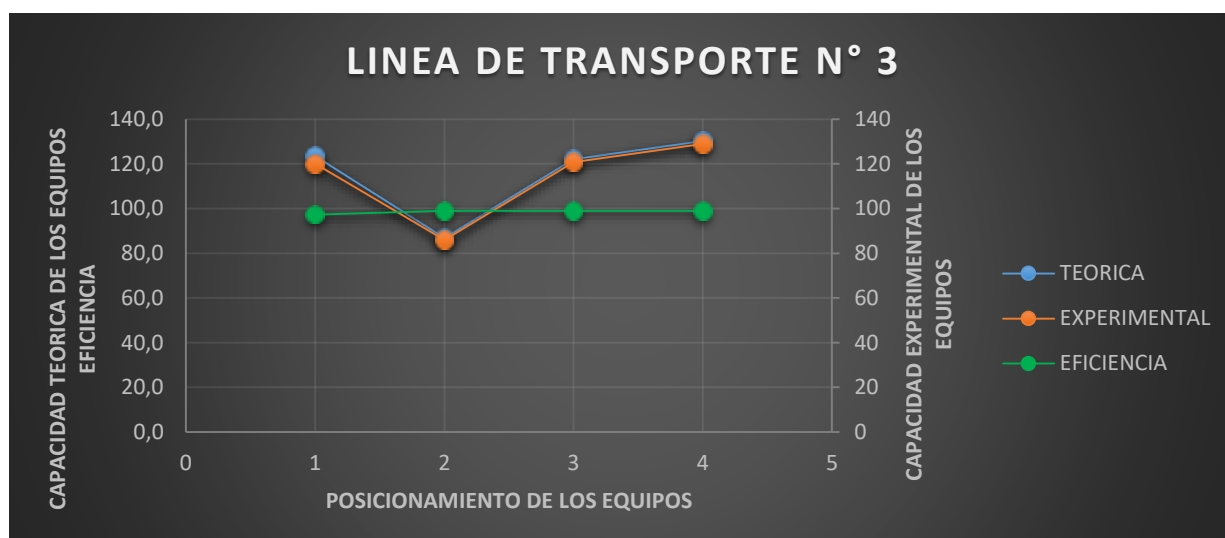
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 3 de transporte antes del balanceo.

Tabla 7. Capacidad teórica, experimental eficiencia y posicionamiento de equipos desbalanceados de la línea 3.

EQUIPOS	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	123,4	122,6	99,3	1
ELE011	86,8	85,1	98,0	2
TRA012	122,1	120,2	98,5	3
TRA015	130,2	129	99,1	4

Tabla [7]

Gráfica 5. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la Línea 3.



Grafica [5]

Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 es superior a la capacidad de los equipos 2 y 3. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 a 42 RPM. en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 82 RPM, con el fin de aumentar o disminuir las capacidades logrando así un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar

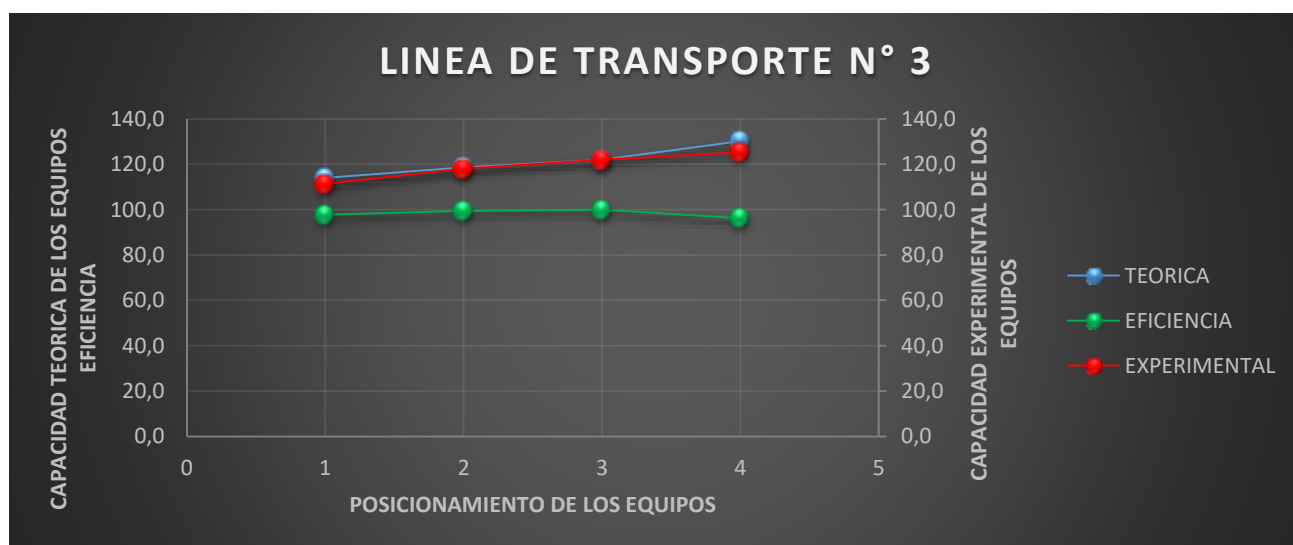
dimensiones de las volantes o piñones de arrastre como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad, lo cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 8. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 3.

EQUIPOS	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	113,9	111,3	97,7	1
ELE011	118,7	118,0	99,4	2
TRA012	122,1	122,0	99,9	3
TRA015	130,2	125,2	96,1	4

Tabla [8]

Gráfica 6. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 3.



Grafica [6]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.4. Línea de transporte N°4.

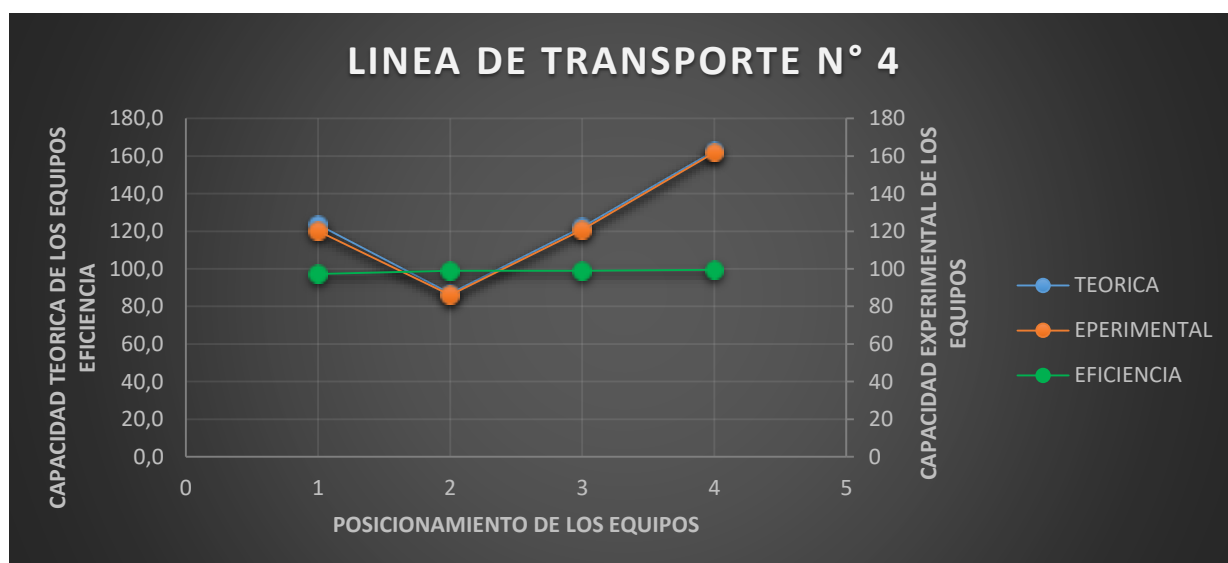
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 4 de transporte antes del balanceo.

Tabla 9. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos desbalanceados de la línea 4.

EQUIPOS	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	123,4	120,1	97,3	1
ELE011	86,8	83,5	96,2	2
TRA012	122,1	122	99,9	3
TRA014	162,8	161,8	99,4	4

Tabla [9]

Gráfica 7. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la Línea 4.



Grafica [7]

Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 es superior a la capacidad de los equipos 2 y 3. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 a 42 RPM. en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 82 RPM, con el fin de aumentar o disminuir las capacidades logrando así un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar

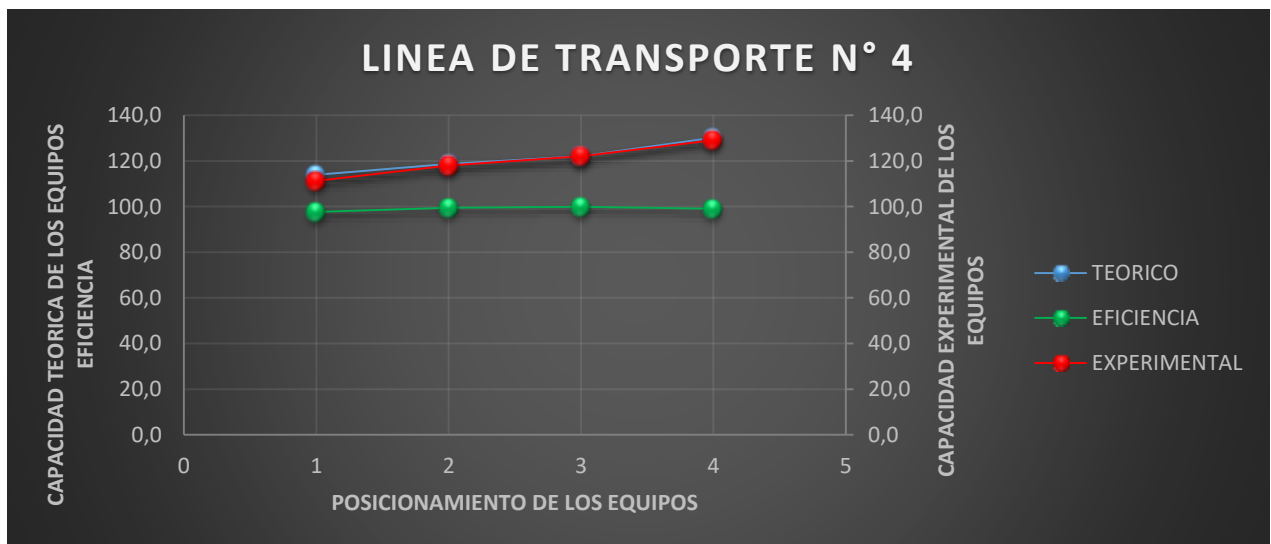
dimensiones de las volantes o piñones de arrastre como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad, lo cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 10. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 4.

EQUIPOS	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	113,9	111,3	97,7	1
ELE011	118,7	118,0	99,4	2
TRA012	122,1	122,0	99,9	3
TRA014	130,2	129,0	99,1	4

Tabla [10]

Gráfica 8. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 4.



Gráfica [8]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.5. Línea de transporte N°5.

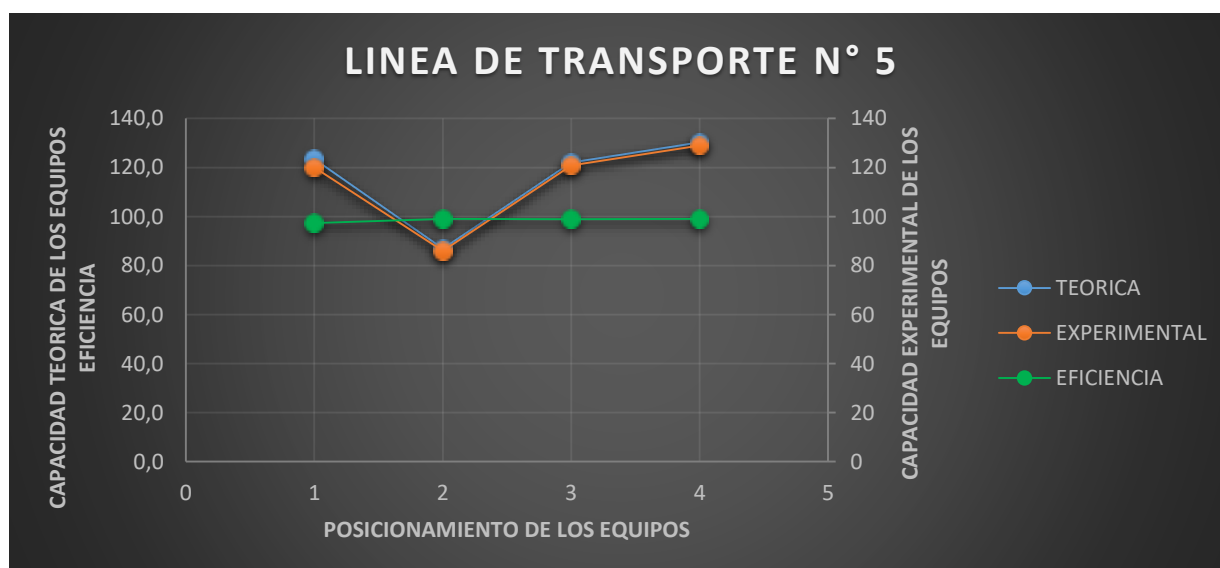
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 5 de transporte antes del balanceo.

Tabla 11. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos desbalanceados de la línea 5.

EQUIPOS	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	123,4	125,4	101,6	1
ELE011	86,8	88,9	102,4	2
TRA012	122,1	126,3	103,5	3
TRA013	130,2	129	99,1	4

Tabla [11]

Gráfica 9. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la Línea 5.



Grafica [9]

Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 es superior a la capacidad del equipo 2 y 3. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el equipo 1 a 42 RPM en el piñón de arrastre. En el equipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 82 RPM, con el fin de aumentar o disminuir las capacidades logrando así un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar dimensiones de las

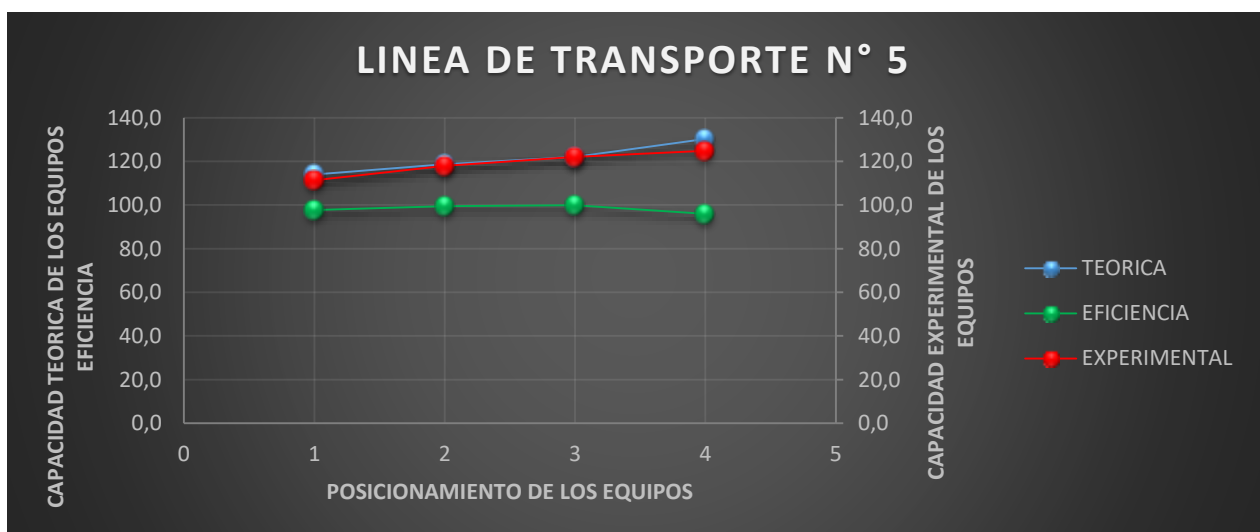
volantes o piñones de arrastre como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad, lo cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 12. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 5.

EQUIPOS	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA011	113,9	111,3	97,7	1
ELE011	118,7	118,0	99,4	2
TRA012	122,1	122,0	99,9	3
TRA013	130,2	124,9	95,9	4

Tabla [12]

Gráfica 10. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 5.



Grafica [10]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.6. Línea de transporte N°6.

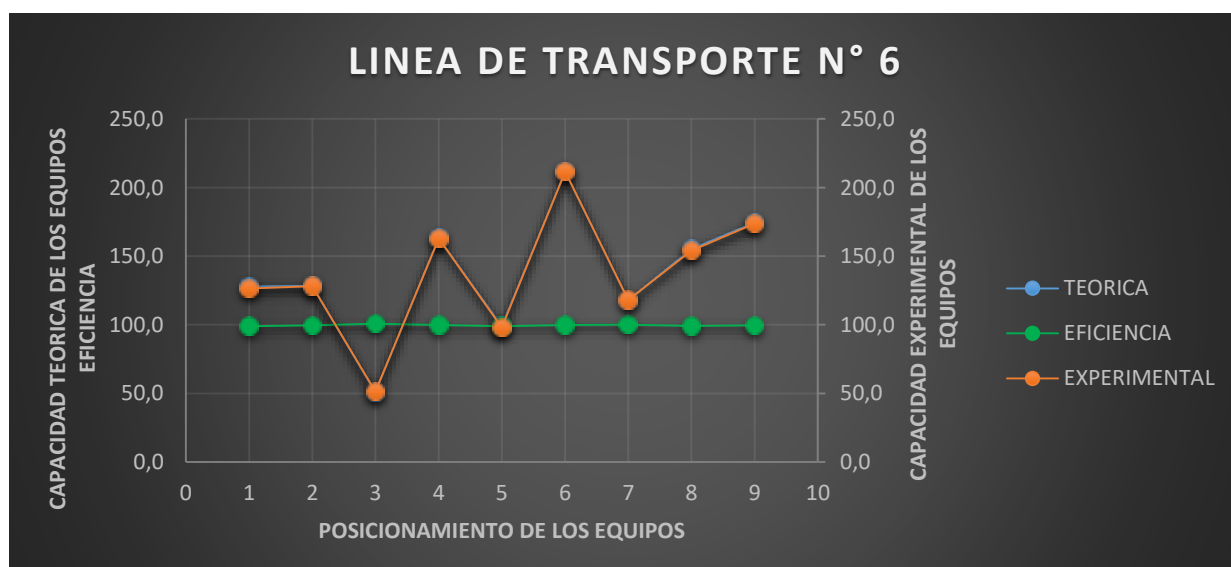
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 6 de transporte antes del balanceo.

Tabla 13. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos desbalanceados de la línea 6.

EQUIPOS	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	127,8	126,5	99,0	1
TRA081	128,3	128,0	99,8	2
ELE070	50,9	51,3	100,8	3
TRA075	163,1	162,9	99,9	4
ELE071	49,2	49,1	99,8	5
TRA076	211,6	211,6	100,0	6
ELE023	117,8	118,0	100,2	7
TRA104	155,2	154,0	99,2	8
TRA107	174,4	173,9	99,7	9

Tabla [13]

Gráfica 11. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la Línea 6.



Grafica [11]

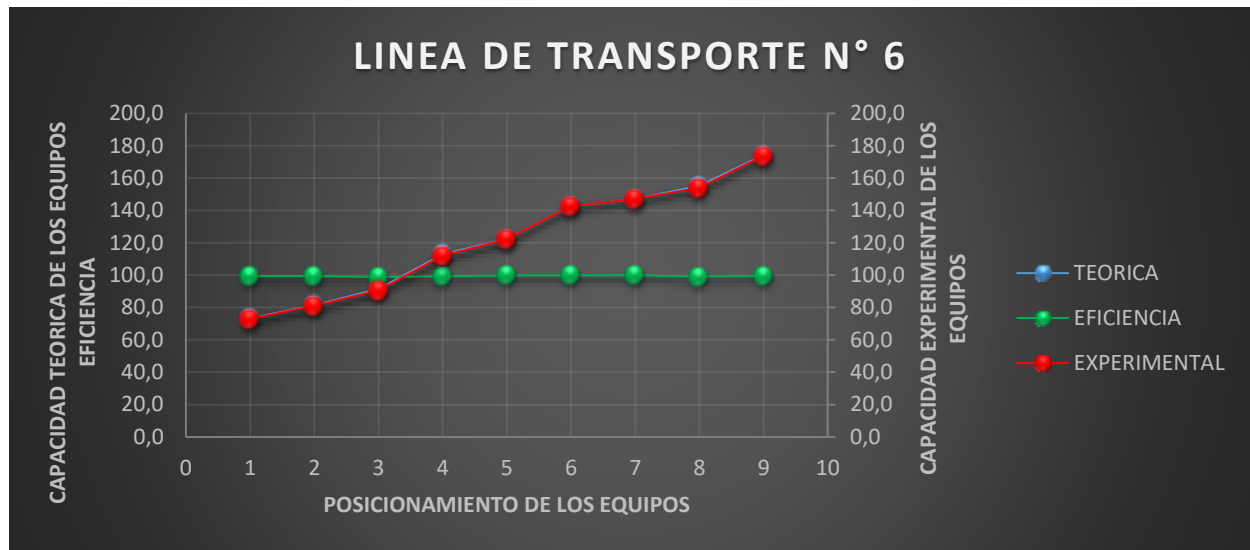
Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 Y 2 es superior a la capacidad del equipo 3, la capacidad en el equipo 3 es muy inferior al equipo 4, la capacidad del equipo 4 es muy superior a la del equipo 5, la capacidad del equipo 6 es muy superior a la del equipo 7. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 y 2 a 27 y 30 RPM respectivamente en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 130 RPM en la volante, en el equipo 4 se recomienda reducir la velocidad a 27 RPM en el piñón de arrastre, la velocidad del equipo 5 sería necesario aumentarla a 110 RPM en la volante superior, la velocidad del equipo 6 se debe reducir a 31 RPM en el piñón de arrastre, y finalmente al equipo 7 se le debería aumentar la velocidad a 100 RPM en la volante superior, con el fin de aumentar o disminuir las capacidades logrando así un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar dimensiones de las volantes o piñones de arrastre o motorreductor como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad, para la cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 14. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 6.

EQUIPOS	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	73,2	72,9	99,5	1
TRA081	81,4	81,0	99,5	2
ELE070	91,6	90,6	98,9	3
TRA075	112,9	112,0	99,2	4
ELE071	122,4	122,2	99,9	5
TRA076	142,6	142,5	99,9	6
ELE023	147,2	147,2	100,0	7
TRA104	155,2	153,8	99,1	8
TRA107	174,4	173,9	99,7	9

Tabla [14]

Gráfica 12. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 6.



Grafica [12]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.7. Línea de transporte N°7.

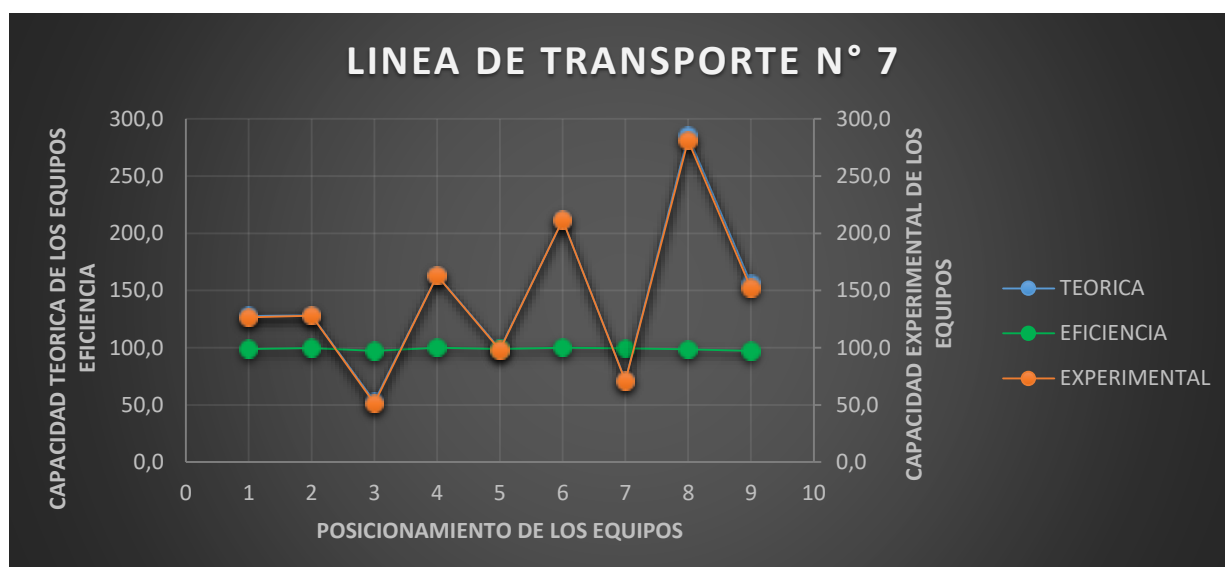
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 7 de transporte antes del balanceo.

Tabla 15. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de los equipos desbalanceados de la línea 7.

EQUIPOS	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	127,8	126,5	99,0	1
TRA081	128,3	128,0	99,8	2
ELE070	52,8	51,3	97,1	3
TRA075	163,1	162,9	99,9	4
ELE071	49,2	49,1	99,8	5
TRA076	211,6	211,6	100,0	6
ELE020	71,4	71,0	99,5	7
TRA100	284,9	281,0	98,6	8
TRA103	156,3	152,0	97,3	9

Tabla [15]

Gráfica 13. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los equipos desbalanceados de la Línea 7.



Grafica [13]

Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 Y 2 es superior a la capacidad del equipo

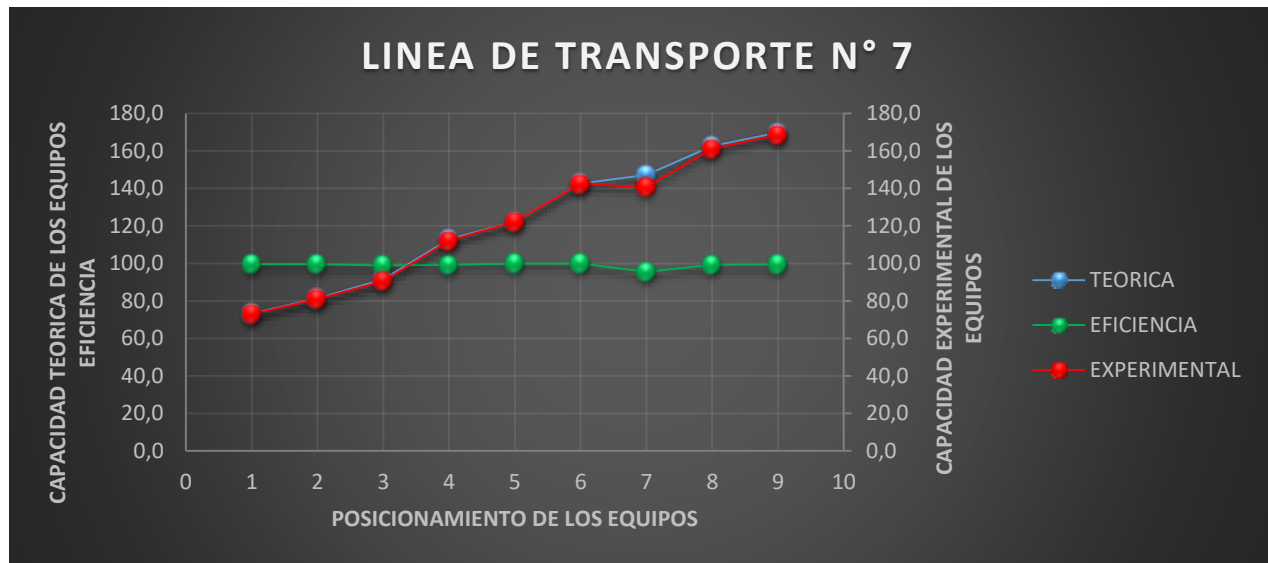
3, la capacidad en el equipo 3 es muy inferior al equipo 4, la capacidad del equipo 4 es muy superior a la del equipo 5, la capacidad del equipo 6 es muy superior a la del equipo 7 y la capacidad del equipo 9 es muy inferior a la del equipo 8. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 y 2 a 27 y 30 RPM respectivamente en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 130 RPM en la volante, en el equipo 4 se recomienda reducir la velocidad a 27 RPM en el piñón de arrastre, la velocidad del equipo 5 sería necesario aumentarla a 110 RPM en la volante superior, la velocidad del equipo 6 se debe reducir a 31 RPM en el piñón de arrastre, para el equipo 7 se recomienda aumentar la velocidad a 120RPM, la velocidad del equipo 8 se debe reducir a 36 RPM en el piñón de arrastre y finalmente al equipo 9 se le debería aumentar la velocidad a 86 RPM en el piñón de arrastre, con el fin de aumentar o disminuir las capacidades logrando así un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar dimensiones de las volantes o piñones de arrastre o motorreductor como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad, para la cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 16. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 7.

EQUIPOS	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	73,2	72,9	99,5	1
TRA081	81,4	81,0	99,5	2
ELE070	91,6	90,6	98,9	3
TRA075	112,9	112,0	99,2	4
ELE071	122,4	122,2	99,9	5
TRA076	142,6	142,5	99,9	6
ELE020	147,2	140,50	95,5	7
TRA100	162,5	161,2	99,2	8
TRA103	169,7	168,6	99,4	9

Tabla [16]

Gráfica 14. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 7.



Grafica [14]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.8. Línea de transporte N°8.

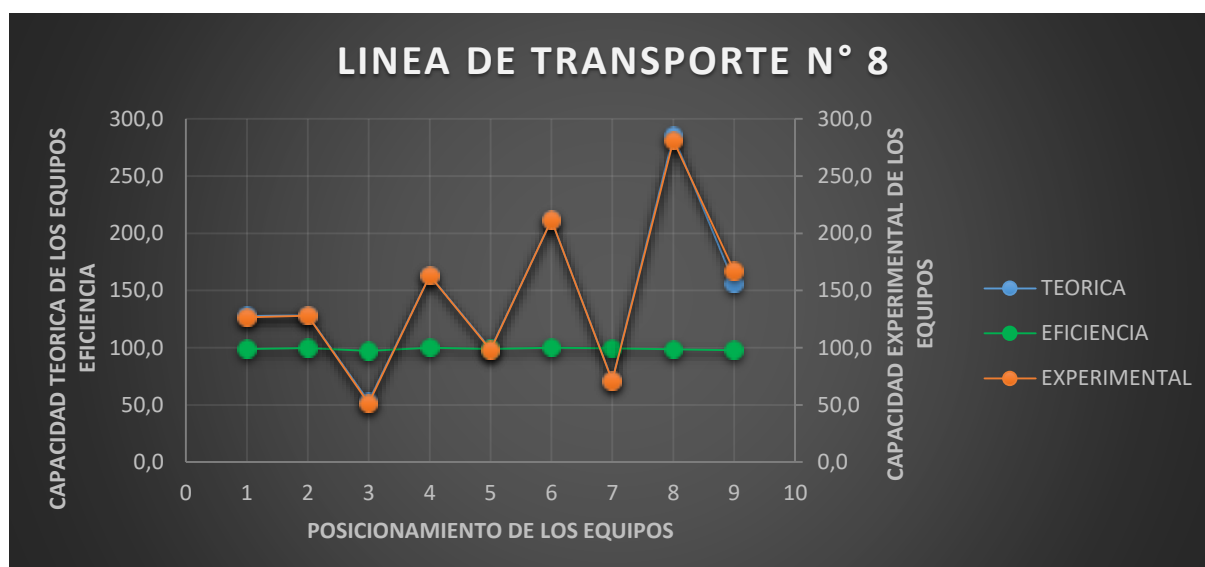
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 8 de transporte antes del balanceo.

Tabla 17. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos desbalanceados de la línea 8.

EQUIPO	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	127,8	126,5	99,0	1
TRA081	128,3	128,0	99,8	2
ELE070	52,8	51,3	97,1	3
TRA075	163,1	162,9	99,9	4
ELE071	99,0	98,0	99,0	5
TRA076	211,6	211,6	100,0	6
ELE020	71,4	71,0	99,5	7
TRA100	284,9	281,0	98,6	8
TRA108	171,0	167,0	97,6	9

Tabla [17]

Gráfica 15. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la Línea 8.



Grafica [15]

Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 Y 2 es superior a la capacidad del equipo

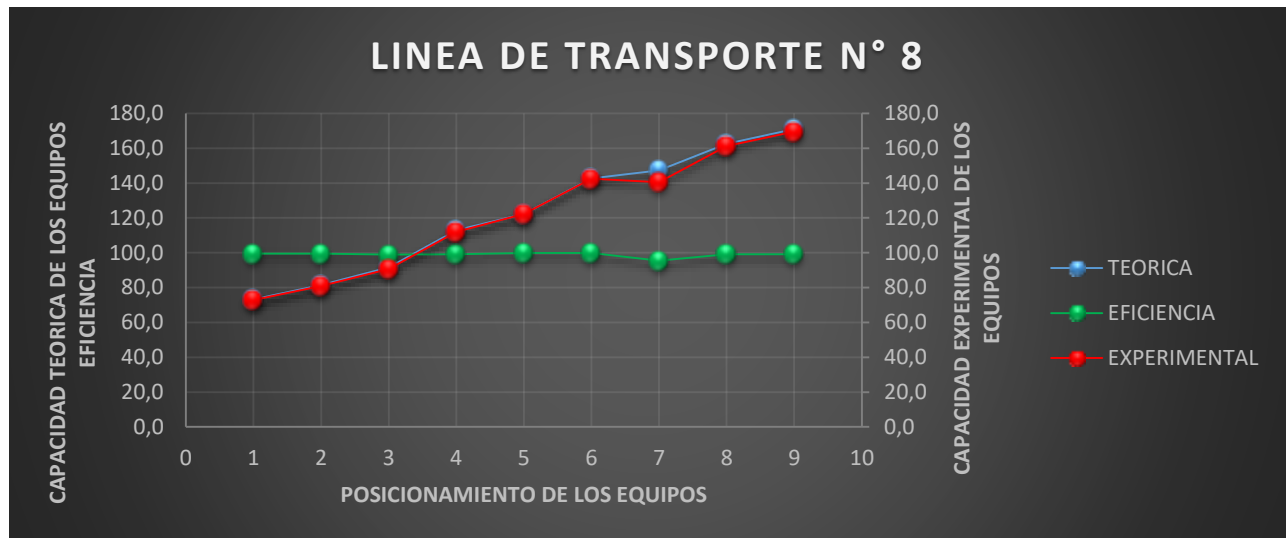
3, la capacidad en el equipo 3 es muy inferior al equipo 4, la capacidad del equipo 4 es muy superior a la del equipo 5, la capacidad del equipo 6 es muy superior a la del equipo 7 y la capacidad del equipo 9 es muy inferior a la del equipo 8. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 y 2 a 27 y 30 RPM respectivamente en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 130 RPM en la volante, en el equipo 4 se recomienda reducir la velocidad a 27 RPM en el piñón de arrastre, la velocidad del equipo 5 sería necesario aumentarla a 110 RPM en la volante superior, la velocidad del equipo 6 se debe reducir a 31 RPM en el piñón de arrastre, para el equipo 7 se recomienda aumentar la velocidad a 120RPM, la velocidad del equipo 8 se debe reducir a 36 RPM en el piñón de arrastre, con el fin de aumentar o disminuir las capacidades logrando así un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar dimensiones de las volantes o piñones de arrastre o motorreductor como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad, para la cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 18. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 8.

EQUIPO	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	73,2	72,9	99,5	1
TRA081	81,4	81,0	99,5	2
ELE070	91,6	90,6	98,9	3
TRA075	112,9	112,0	99,2	4
ELE071	122,4	122,2	99,9	5
TRA076	142,6	142,5	99,9	6
ELE020	147,2	140,5	95,5	7
TRA100	162,5	161,2	99,2	8
TRA108	171,0	169,5	99,1	9

Tabla [18]

Gráfica 16. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 8.



Grafica [16]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.9. Línea de transporte N°9.

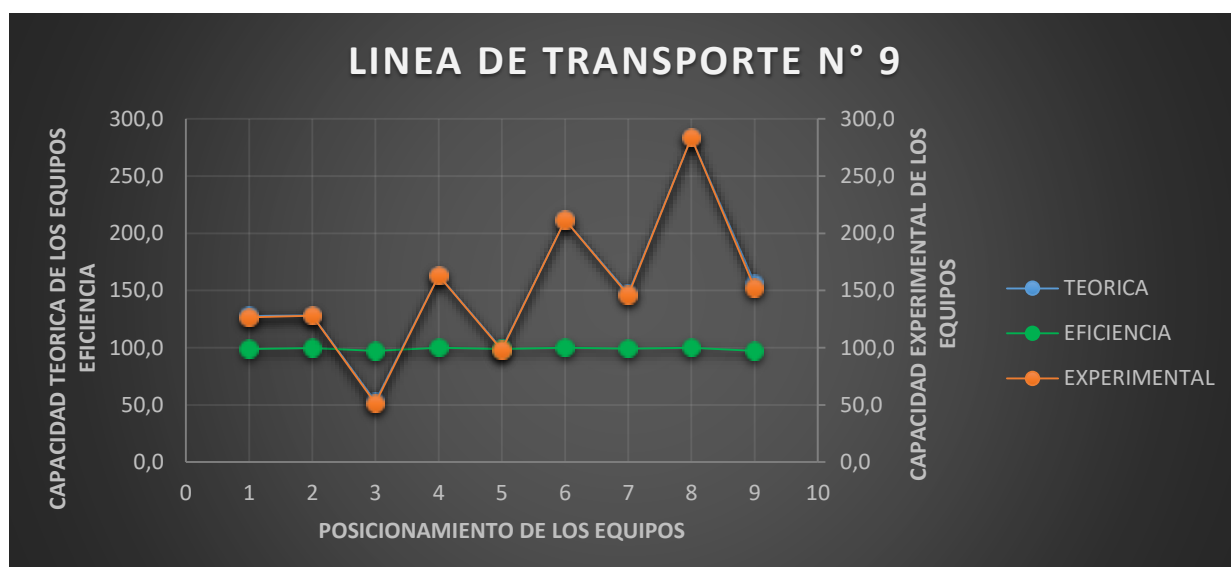
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 9 de transporte antes del balanceo.

Tabla 19. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos desbalanceados de la línea 9.

EQUIPOS	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	127,8	126,5	99,0	1
TRA081	128,3	128,0	99,8	2
ELE070	52,8	51,3	97,1	3
TRA075	163,1	162,9	99,9	4
ELE071	99,0	98,0	99,0	5
TRA076	211,6	211,6	100,0	6
ELE021	147,2	145,8	99,1	7
TRA101	283,6	283,7	100,1	8
TRA103	156,3	152,0	97,3	9

Tabla [19]

Gráfica 17. Capacidad Teórica, experimenta y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la Línea 9.



Grafica [17]

Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 Y 2 es superior a la capacidad del equipo

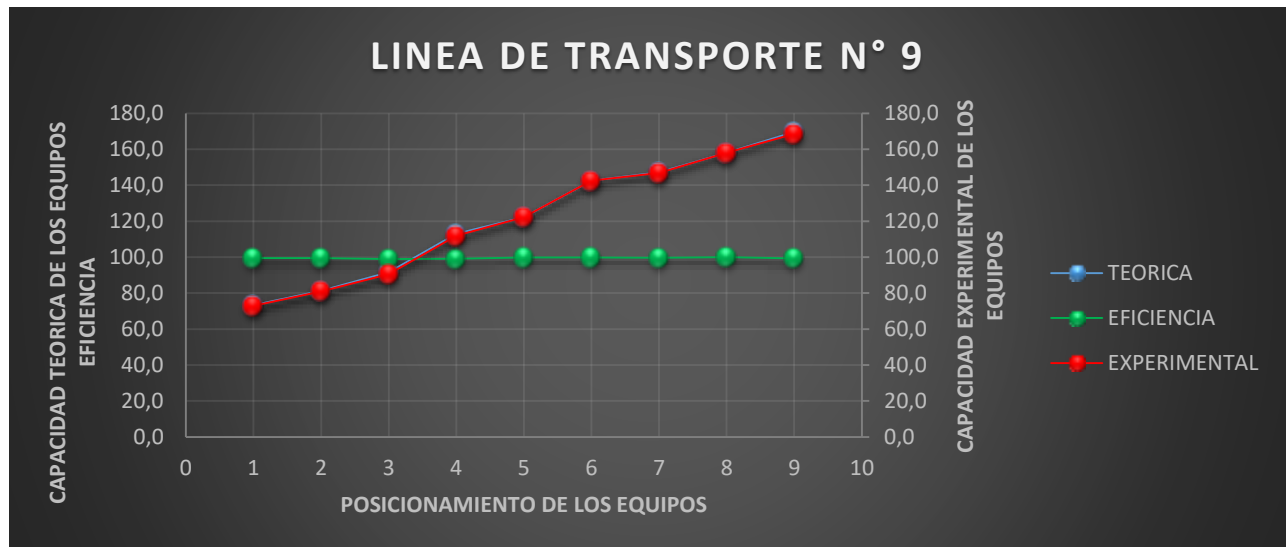
3, la capacidad en el equipo 3 es muy inferior al equipo 4, la capacidad del equipo 4 es muy superior a la del equipo 5, la capacidad del equipo 6 es muy superior a la del equipo 7 y la capacidad del equipo 9 es muy inferior a la del equipo 8. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 y 2 a 27 y 30 RPM respectivamente en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 130 RPM en la volante, en el equipo 4 se recomienda reducir la velocidad a 27 RPM en el piñón de arrastre, la velocidad del equipo 5 sería necesario aumentarla a 110 RPM en la volante superior, la velocidad del equipo 6 se debe reducir a 31 RPM en el piñón de arrastre, la velocidad del equipo 8 se debe reducir a 35 RPM en el piñón de arrastre y finalmente al equipo 9 se le debería aumentar la velocidad a 86 RPM en el piñón de arrastre, con el fin de aumentar o disminuir las capacidades logrando así un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar dimensiones de las volantes o piñones de arrastre o motorreductor como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad, para la cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 20. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 9.

EQUIPO	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	73,2	72,9	99,5	1
TRA081	81,4	81,0	99,5	2
ELE070	91,6	90,6	98,9	3
TRA075	112,9	112,0	99,2	4
ELE071	122,4	122,2	99,9	5
TRA076	142,6	142,5	99,9	6
ELE021	147,2	146,8	99,7	7
TRA101	158,0	158,0	100,0	8
TRA103	169,7	168,6	99,4	9

Tabla [20]

Gráfica 18. Capacidad Teórica, experimenta y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 9.



Grafica [18]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

6.1.10. Línea de transporte N°10.

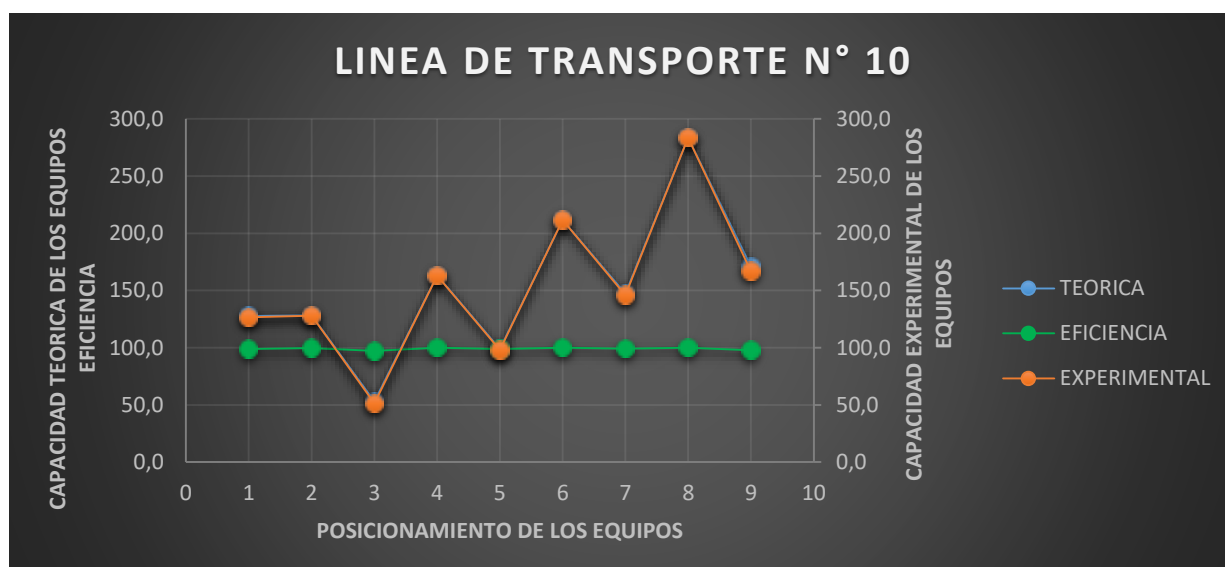
A continuación, se relaciona los resultados obtenidos de la línea número 10 de transporte antes del balanceo.

Tabla 21. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos desbalanceados de la línea 10.

EQUIPO	CAPACIDAD TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	127,8	126,5	99,0	1
TRA081	128,3	128,0	99,8	2
ELE070	52,8	51,3	97,1	3
TRA075	163,1	162,9	99,9	4
ELE071	99,0	98,0	99,0	5
TRA076	211,6	211,6	100,0	6
ELE021	147,2	145,8	99,1	7
TRA101	283,6	283,7	100,1	8
TRA108	171,0	167,0	97,6	9

Tabla [21]

Gráfica 19. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos desbalanceados de la Línea 10.



Grafica [19]

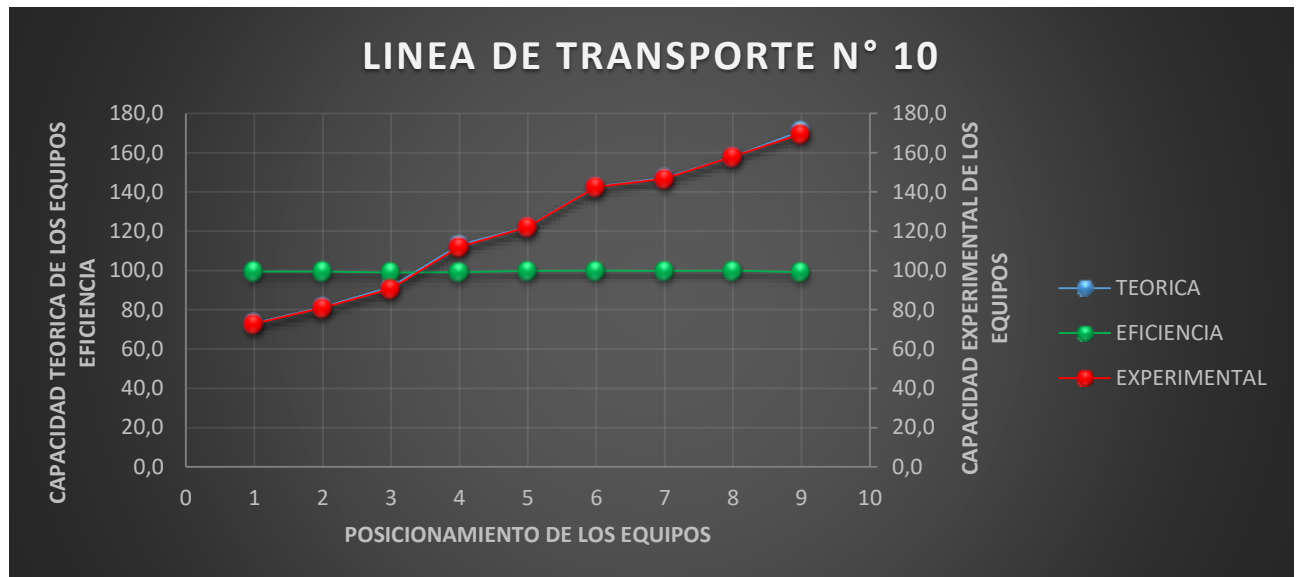
Con los resultados obtenidos se puede hacer un análisis de las capacidades donde se puede apreciar en la gráfica que la capacidad del equipo 1 Y 2 es superior a la capacidad del equipo 3, la capacidad en el equipo 3 es muy inferior al equipo 4, la capacidad del equipo 4 es muy superior a la del equipo 5, la capacidad del equipo 6 es muy superior a la del equipo 7 y la capacidad del equipo 9 es muy inferior a la del equipo 8. Para hacer un balance de esta línea se recomienda reducir la velocidad en el quipo 1 y 2 a 27 y 30 RPM respectivamente en el piñón de arrastre. En el quipo 2 se recomienda aumentar la velocidad a 130 RPM en la volante, en el equipo 4 se recomienda reducir la velocidad a 27 RPM en el piñón de arrastre, la velocidad del equipo 5 sería necesario aumentarla a 110 RPM en la volante superior, la velocidad del equipo 6 se debe reducir a 31 RPM en el piñón de arrastre, la velocidad del equipo 8 se debe reducir a 35 RPM en el piñón de arrastre, con el fin de aumentar o disminuir las capacidades logrando así un balance óptimo. Para el cambio de la capacidad teórica hay dos variables que se pueden modificar sin cambiar dimensiones de las volantes o piñones de arrastre o motorreductor como lo son: La velocidad y el tamaño de los cangilones o paletas; teniendo en cuenta el costo de estas modificaciones se optó por modificar la velocidad, para la cual se puede hacer mediante un variador de velocidad o reduciendo o aumentando la cantidad de dientes de la transmisión, por efectos de economía se recomienda la segunda opción.

Tabla 22. Capacidad teórica, experimental, eficiencia y posicionamiento de equipos balanceados de la línea 10.

EQUIPO	CAPACIDA TEÓRICA [Ton/h]	CAPACIDAD EXPERIMENTAL [Ton/h]	Eficiencia [%]	POSICIONAMIENTO
TRA080	73,2	72,9	99,5	1
TRA081	81,4	81,0	99,5	2
ELE070	91,6	90,6	98,9	3
TRA075	112,9	112,0	99,2	4
ELE071	122,4	122,2	99,9	5
TRA076	142,6	142,5	99,9	6
ELE021	147,2	146,8	99,7	7
TRA101	158,0	158,0	100,0	8
TRA108	171,0	169,5	99,1	9

Tabla [22]

Gráfica 20. Capacidad Teórica, experimental y eficiencia Vs. Posicionamiento de los Equipos balanceados de la Línea 10.



Grafica [20]

Teniendo en consideración las recomendaciones para lograr un balance óptimo de las líneas de producción se obtiene una línea ascendente lo cual garantiza la fluidez en la producción y da la perspectiva adecuada sobre la línea analizada.

7. CONCLUSIONES

- Se realizó un inventario de todas las máquinas de transporte en la planta de producción, se tomaron las medidas necesarias para el posterior cálculo y análisis de las capacidades teóricas de transporte en la elaboración de alimentos balanceados, en la planta de producción de alimentos FINCA S.A.S.
- Se calculó en las 10 líneas de transporte la capacidad teórica de transporte de material de cada uno de los equipos de las diferentes vías de transporte, encontrando varias inconsistencias en los equipos.
- Se consolidó en las 10 líneas de transporte la capacidad experimental de transporte de material de cada uno de los equipos de las diferentes vías de transporte, encontrando varias inconsistencias en los equipos.
- Se determinaron cuáles son las causas de las ineficiencias de las líneas de transporte debido a que las capacidades de los equipos presentes en estas vías se encuentran subdimensionados o sobredimensionados, ocasionando así paros por atascamientos en el proceso productivo.
- Se balanceó las 10 vías de transporte de material, teniendo en cuenta las diferentes variables a modificar, se optó por la velocidad debido a que es la que menos gastos económicos genera, no es necesario hacer modificaciones físicas en los equipos y tampoco se deben cambiar los motorreductores.
- Se modificaron las velocidades de los equipos, mediante la relación de transmisión aumentando o disminuyendo los elementos conductores y conducidos los cuales transmiten el movimiento de los equipos, garantizando la velocidad óptima para eliminar los paros por atascamiento en el proceso productivo.
- Se realizaron las gráficas comparativas de los equipos antes y después del balanceo de las líneas de producción obteniendo una perspectiva del balance óptimo que es garantizado por las recomendaciones dadas en el estudio realizado.

8. RECOMENDACIONES

- Con base en el estudio realizado y aplicado a las máquinas de transporte, se recomienda hacer las modificaciones sugeridas en los análisis, ya que de esta manera el tiempo de paradas por mantenimientos correctivos en las máquinas de transporte se reducirá y la eficiencia del proceso de producción aumentaría.
- Se recomienda realizar los cambios de velocidad de las maquinas mediante la relación de transmisión, aumentando o disminuyendo el número de dientes de los piñones conducidos y conductores los cuales transmiten el movimiento de los equipos.
- Se recomienda que las modificaciones en los equipos se hagan paulatinamente para no exceder el presupuesto mensual asignado al departamento de mantenimiento.
- En los equipos que tengan variadores de velocidad se sugiere no hacer modificaciones en los piñones de transmisión, se recomienda ajustar la frecuencia de tal manera que la velocidad de rotación en los piñones de arrastre o en las volantes sea la sugerida en el análisis hecho en este estudio.
- Se recomienda analizar la gráfica de los equipos balanceados, para garantizar el óptimo funcionamiento de los equipos a los cuales se le realizaron las modificaciones sugeridas.

9. BIBLIOGRAFIA

- OCAMPO GIL, Luis Hernando. (1993). Máquinas de Elevación y Transporte. Pereira, Colombia. Universidad Tecnológica de Pereira.
- HERRERA S. Humberto. Mantenimiento Industrial, Universidad Tecnológica de Pereira, 1191.
- LOPEZ ROA, Agustín. (2004). Transporte Mecánico Continuo de Materiales Solidos y a Granel.
- TARGHETTA ARRIOLA, Luis; LOPEZ ROA, Agustín. (1970). Transporte y Almacenamiento de Materias Primas en la Industria Básica. Editorial Blume. España.
- Transportadores Mecánico de Solidos. Disponible en <http://www.criba.edu.ar/cinetica/solidos/Capitulo12.pdf>
- GARAVITO H, Edwin Alberto. Sistema de Transferencia de Materiales. Bucaramanga, Colombia. Universidad Industrial de Santander. Disponible de <http://gavilan.uis.edu.co/~garavito/docencia/asignatura1/pdfs/Tranferencia%20de%20materiales.pdf>

10. ANEXOS

ANEXO 1

Tabla de elevadores desbalanceados

ELEVADOR	CANGILON	VOLUMEN CANGILON (ml)	DIAMETRO DE LA VOLANTE (IN)	DENSIDAD DE LA CARGA A GRANEL (Kg/L)	COEFICIENT E DE RELLO	RPM	VELOCIDAD LINEAL (m/s)	PESO DE LA CARGA EN UN CANGILON (Kg)	ALTURA DEL CANGILON (IN)	FLUJO DEL MATERIAL TRANSPORT ADO (Ton/h)
ELE011	14X7	5840	29,5	0,78	0,8	60	2,35	3,64	7	86,84
ELE070	11X7	4413	19	0,78	0,8	75	1,90	2,75	7	52,83
ELE080	11X7	4413	19	0,78	0,8	80	2,02	2,75	7	56,36
ELE071	11X7	4413	30	0,78	0,8	89	3,55	2,75	7	98,99
ELE023	14X7	5840	30	0,78	0,8	80	3,19	3,64	7	117,76
ELE020	14X7	4413	25	0,78	0,8	77	2,56	2,75	7	71,37
ELE021	14X7	5840	30	0,78	0,8	100	3,99	3,64	7	147,19
ELE210	11X7	4413	29	0,78	0,8	60	2,31	2,75	5	90,32
ELE300	11X7	4413	29	0,78	0,8	66	2,55	2,75	5	99,35
ELE400	11X6	3035	23	0,78	0,8	70	2,14	1,89	6	47,89
ELE410	14X7	5840	15	0,78	0,8	92	1,84	3,64	6	78,99
ELE420	6X5	1102	17	0,78	0,8	110	2,49	0,69	5	24,24
ELE430	6X5	1102	19	0,78	0,8	107	2,70	0,69	5	26,35
ELE440	7X5	1306	20	0,78	0,8	90	2,39	0,81	5	27,65
ELE411	7X5	1306	20	0,78	0,8	86	2,29	0,81	5	26,42
ELE421	7X5	1306	20	0,78	0,8	86	2,29	0,81	5	26,42
ELE431	7X5	1306	20	0,78	0,8	86	2,29	0,81	5	26,42
ELE441	7X5	1306	20	0,78	0,8	86	2,29	0,81	5	26,42
ELE500	7X5	1306		0,78	0,8	105	0,00	0,81	5	0,00
ELE600	7X5	1306	20	0,78	0,8	81	2,15	0,81	5	24,89

Tabla [23]

ANEXO 2

Tabla transportadores desbalanceados.

TRANSPORTADOR	PALETA	ALTURA DEL TRANSPORTADOR (m)	DIAMETRO DEL PIÑÓN CONDUCTOR (IN)	DIAMETRO DEL PIÑÓN CONDUCTOR (m)	DENSIDAD DE LA CARGA A GRANEL (Kg/L)	RPM	VELOCIDAD LINEAL (m/s)	FLUJO DEL MATERIAL TRANSPORTADO (Ton/h)
TRA011	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	45,5	0,67	123,4
TRA012	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	45	0,66	122,1
TRA013	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	48	0,70	130,2
TRA014	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	60	0,88	162,8
TRA015	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	48	0,70	130,2
TRA016	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	45	0,66	122,1
TRA017	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	48	0,70	130,2
TRA018	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	36	0,67	150,6
TRA019	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	37	0,69	154,8
TRA020	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	34	0,63	142,2
TRA060	0,16	0,40	14	0,3556	0,78	25	0,47	133,8
TRA061	0,16	0,40	14	0,3556	0,78	30,4	0,57	162,8
TRA062	0,16	0,40	14	0,3556	0,78	30	0,56	160,6
TRA062A	0,16	0,40	14	0,3556	0,78	60	1,12	321,2
TRA065	0,16	0,40	14	0,3556	0,78	36	0,67	192,7
TRA065A	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	36	0,67	150,6
TRA065B	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	34	0,63	142,2
TRA071	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	49,6	0,73	134,6
TRA072	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	47,4	0,69	128,6
TRA072A	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	47,6	0,70	129,1
TRA073	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	46,1	0,67	125,1
TRA074	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	44,7	0,65	121,3
TRA074A	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	47,5	0,69	128,9
TRA075	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	39	0,73	163,1
TRA076	0,125	0,44	14	0,3556	0,78	46	0,86	211,6
TRA080	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	47,1	0,69	127,8
TRA081	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	47,3	0,69	128,3
TRA083	0,1	0,40	14	0,3556	0,78	49	0,91	164,0
TRA083A	0,1	0,40	14	0,3556	0,78	48	0,89	160,6
TRA084	0,125	0,33	11	0,2794	0,78	55,1	0,81	149,5
TRA100	0,125	0,43	14	0,3556	0,78	63,1	1,17	284,9
TRA101	0,125	0,43	14	0,3556	0,78	62,8	1,17	283,6
TRA103	0,1	0,33	10	0,254	0,78	79,2	1,05	156,3
TRA104	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	37,1	0,69	155,2
TRA105	0,16	0,40	14	0,3556	0,78	40	0,74	214,2
TRA107	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	41,7	0,78	174,4
TRA108	0,1	0,33	11	0,2794	0,78	78,8	1,15	171,0
TRA110	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	33,1	0,70	263,3
TRA111	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	50,4	1,07	400,9
TRA111A	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	52,3	1,11	416,0
TRA201	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	26,4	0,56	210,0
TRA202	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	31,2	0,66	248,2
TRA210	0,16	0,52	17	0,4318	0,78	31,8	0,72	268,8
TRA300	0,125	0,40	14	0,3556	0,78	47,1	0,88	197,0
TRA301	0,16	0,52	17	0,4318	0,78	48,4	1,09	409,0
TRA301A	0,16	0,52	17	0,4318	0,78	48,8	1,10	412,4

Tabla [24]

ANEXO 3

Tabla de elevadores balanceados

ELEVADOR	CANGILON	VOLUMEN CANGILON (ml)	DIAMETRO DE LA VOLANTE (IN)	DENSIDAD DE LA CARGA A GRANEL (Kg/L)	COEFICIENTE DE RELLO	RPM	VELOCIDAD LINEAL (m/s)	PESO DE LA CARGA EN UN CANGILON (Kg)	ALTURA DEL CANGILON (IN)	FLUJO DEL MATERIAL TRANSPORTADO (Ton/h)
ELE011	14X7	5840	29,5	0,78	0,8	82	3,22	3,64	7	118,69
ELE070	11X7	4413	19	0,78	0,8	130	3,28	2,75	7	91,58
ELE080	11X7	4413	19	0,78	0,8	140	3,54	2,75	7	98,62
ELE071	11X7	4413	30	0,78	0,8	110	4,39	2,75	7	122,35
ELE023	14X7	5840	30	0,78	0,8	100	3,99	3,64	7	147,19
ELE020	14X7	5840	25	0,78	0,8	120	3,99	3,64	7	147,19
ELE021	14X7	5840	30	0,78	0,8	100	3,99	3,64	7	147,19
ELE210	11X7	4413	29	0,78	0,8	200	7,71	2,75	5	301,06
ELE300	11X7	4413	29	0,78	0,8	155	5,98	2,75	5	233,32
ELE400	11X6	3035	23	0,78	0,8	70	2,14	1,89	6	47,89
ELE410	14X7	5840	15	0,78	0,8	92	1,84	3,64	6	78,99
ELE420	6X5	1102	17	0,78	0,8	110	2,49	0,69	5	24,24
ELE430	6X5	1102	19	0,78	0,8	107	2,70	0,69	5	26,35
ELE440	7X5	1306	20	0,78	0,8	90	2,39	0,81	5	27,65
ELE411	7X5	1306	20	0,78	0,8	86	2,29	0,81	5	26,42
ELE421	7X5	1306	20	0,78	0,8	86	2,29	0,81	5	26,42
ELE431	7X5	1306	20	0,78	0,8	86	2,29	0,81	5	26,42
ELE441	7X5	1306	20	0,78	0,8	86	2,29	0,81	5	26,42
ELE500	7X5	1306	20	0,78	0,8	105	2,79	0,81	5	32,26
ELE600	7X5	1306	20	0,78	0,8	81	2,15	0,81	5	24,89

Tabla [25]

ANEXO 4

Tabla de transportadores balanceados

TRANSPORTADOR	PALETA	ALTURA DEL TRANSPORTADOR (m)	DIAMETRO DEL PIÑÓN CONDUCTOR (IN)	DIAMETRO DEL PIÑÓN CONDUCTOR (m)	DENSIDAD DE LA CARGA A GRANEL (Kg/L)	RPM	VELOCIDAD LINEAL (m/s)	FLUJO DEL MATERIAL TRANSPORTADO (Ton/h)
TRA011	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	42	0,614	113,9
TRA012	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	45	0,658	122,1
TRA013	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	48	0,702	130,2
TRA014	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	48	0,702	130,2
TRA015	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	48	0,702	130,2
TRA016	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	48	0,702	130,2
TRA017	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	48	0,702	130,2
TRA018	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	36	0,670	150,6
TRA019	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	37	0,689	154,8
TRA020	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	34	0,633	142,2
TRA060	0,16	0,4	14	0,3556	0,78	25	0,465	133,8
TRA061	0,16	0,4	14	0,3556	0,78	30,4	0,566	162,8
TRA062	0,16	0,4	14	0,3556	0,78	30	0,559	160,6
TRA062A	0,16	0,4	14	0,3556	0,78	60	1,117	321,2
TRA065	0,16	0,4	14	0,3556	0,78	36	0,670	192,7
TRA065A	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	36	0,670	150,6
TRA065B	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	34	0,633	142,2
TRA071	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	32	0,468	86,8
TRA072	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	33	0,483	89,5
TRA072A	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	35	0,512	95,0
TRA073	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	28	0,410	76,0
TRA074	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	30	0,439	81,4
TRA074A	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	32	0,468	86,8
TRA075	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	27	0,503	112,9
TRA076	0,125	0,44	14	0,3556	0,78	31	0,577	142,6
TRA080	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	27	0,395	73,2
TRA081	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	30	0,439	81,4
TRA083	0,1	0,4	14	0,3556	0,78	33	0,614	110,4
TRA083A	0,1	0,4	14	0,3556	0,78	36	0,670	120,5
TRA084	0,125	0,3302	11	0,2794	0,78	48	0,702	130,2
TRA100	0,125	0,4318	14	0,3556	0,78	36	0,670	162,5
TRA101	0,125	0,4318	14	0,3556	0,78	35	0,652	158,0
TRA102	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	48,1	0,896	201,2
TRA103	0,1	0,3302	10	0,254	0,78	86	1,144	169,7
TRA104	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	37,1	0,691	155,2
TRA105	0,16	0,4	14	0,3556	0,78	40	0,745	214,2
TRA107	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	41,7	0,776	174,4
TRA108	0,1	0,3302	11	0,2794	0,78	78,8	1,153	171,0
TRA110	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	33,1	0,704	263,3
TRA111	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	35	0,745	278,4
TRA111A	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	37	0,787	294,3
TRA201	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	26,4	0,562	210,0
TRA202	0,16	0,52	16	0,4064	0,78	28	0,596	222,7
TRA210	0,16	0,52	17	0,4318	0,78	38	0,859	321,1
TRA300	0,125	0,4	14	0,3556	0,78	58	1,080	242,6
TRA301	0,16	0,52	17	0,4318	0,78	48,4	1,094	409,0
TRA301A	0,16	0,52	17	0,4318	0,78	48,8	1,103	412,4

Tabla [26]